Niveau(x) d'enseignement : 4 Numéro ISN : 9445
Centre d'intérêt : 840

Poirier, Patrick

L'évaluation des habiletés dites scientifiques / par Patrick Poirier. -- [Trois-Rivières?] : P. Poirier, 1989.
vii, 91 f. : ill. ; 28 cm.

"Rapport de recherche présenté à l'Université du Québec à Trois-Rivières, Programme de maîtrise en éducation". Bibliogr. : f. [88]-91

Vedette(s)-secondaire(s) : Université du Québec à Trois-Rivières. Programme de maîtrise en éducation

Descripteur(s) : Recherche scientifique * Sciences de la nature * Habileté * Evaluation de l'apprentissage * Secondaire (Ordre d'enseignement)

L'objectif de cette étude est de développer des items qui offrent la possibilité d'évaluer des habiletés liées au processus de recherche scientifique en sciences de la nature. Pour ce faire, on identifie les principales caractéristiques de la recherche scientifique, puis le genre d'item requérant l'exécution de ces opérations. Concevant ce type de recherche comme un cycle impliquant essentiellement trois habiletés (cerner un problème, produire une hypothèse et tester une hypothèse), on conçoit des items dits "pratiques" qui offrent à l'élève la possibilité de manifester sa capacité d'appliquer ces trois habiletés. On écarte ainsi l'usage d'items à choix multiples qui peuvent amener l'élève à une tâche de discrimination plutôt qu'à une tâche de production.

Type de document :

par

PATRICK POIRIER

Rapport de recherche

présenté à

L'Université du Québec à Trois-Rivières

décembre 1989

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement M. Pierre-Léon Trempe, qui m'a encouragé de sa confiance tout au long de ce travail. Je souhaite également lui manifester toute ma gratitude pour ses conseils et ses remarques qui m'ont été très utiles.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX i

LISTE DES FIGURES ii

LISTE DES EXEMPLES D'ITEMS iii

INTRODUCTION iv

CHAPITRE I: Les principales habiletés liées au processus de recherche scientifique 1

1.1 Qu'est-ce qu'une recherche scientifique? 1

1.2 Les habiletés que sous-tend le modèle proposé par Popper 10

1.2.1 Cerner un problème 11

1.2.2 Produire des hypothèses 12

1.2.3 Tester une hypothèse 14

CHAPITRE II: Les instruments offrant la possibilité d'évaluer les habiletés liées au processus de recherhce scientifique 16

2.1 La rareté des instruments destinés à l'évaluation des habiletés scientifiques 16

2.2 Les instruments destinés à l'évaluation des habiletés dites scientifiques 27

CHAPITRE III: Exemples d'items conçus pour évaluer les habiletés liées au processus de recherche scientifique 38

3.1 Evaluer l'habileté à produire une hypothèse 39

3.2 Evaluer l'habileté à tester une hypothèse 43

3.3 Evaluer l'habileté à cerner un problème 48

CONCLUSION 70

APPENDICE A: Sources bibliographiques consultées 73

APPENDICE B: Répertoires de tests consultés 74

APPENDICE C: Analyse des guides de laboratoire 76

APPENDICE D: Feuilles réponses conçues pour les items destinés à l'évaluation de l'habileté à cener un problème 79

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 88

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: Le nombre de documents répertoriés dans les différentes sources bibliographiques 20

TABLEAU 2: Le nombre de documents repérés et le domaine d'évaluation 21

TABLEAU 3: Le nombre de tests repérés et le domaine d'évaluation 22

TABLEAU 4: Le nombre de documents repérés qui traitent des savoir-faire liés au processus de recherche scientifique et qui proposent des questionnaires à correction dite objective 28

TABLEAU 5: Le nombre de tests repérés qui incluent des savoir-faire liés à la démarche de recherche scientifique et qui utilisent des questions à correction dite objective 28

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Modèle cyclique de la méthode de recherche scientifique 10

FIGURE 2: Montage proposé pour tester l'habileté à cerner un problème: la boîte aux miroirs 49

FIGURE 3: Exemple d'un arrangement de miroirs et de lames de verre 55

FIGURE 4: Exemple d'un schéma pouvant être proposé par l'élève pour expliquer ses observations 56

FIGURE 5: Conséquences découlant du schéma proposé par l'élève pour expliquer ses observations 57

FIGURE 6: Conséquences découlant d'une hypothèse produite pour corriger le problème cerné mais qui introduit d'autres problèmes 60

FIGURE 7: Exemple d'une modification permettant de corriger l'erreur commise dans l'hypothèse originale sans introduire de nouveaux problèmes 61

FIGURE 8: Conséquences découlant de l'hypothèse proposée par l'élève si l'on fait pénétrer un faisceau lumineux par la première ou la seconde ouverture 63

FIGURE 9: Exemple d'une modification de l'hypothèse originale permettant d'expliquer l'ensemble des observations de l'élève 64

FIGURE 10: Montage proposé pour tester l'habileté à cerner un problème: le cicuit électrique 65

FIGURE 11: Hypothèse permettant d'expliquer les constatations de l'élève 67

LISTE DES EXEMPLES D'ITEMS

EXEMPLE 1: Item proposé par R. Tannenbaum pour évaluer l'habileté à tester une hypothèse 30

EXEMPLE 2: Item proposé par J. Ross et F. Maynes pour évaluer la capacité d'établir des relations entre des résultats expérimentaux 31

EXEMPLE 3: Item permettant d'évaluer la capacité d'identifier une hypothèse plausible 32

EXEMPLE 4: Item dit pratique 36

EXEMPLE 5: Item conçu pour évaluer l'habileté à produire une hypothèse 40

EXEMPLE 6: Item conçu pour évaluer l'habileté à tester une hypothèse 44

EXEMPLE 7: Item conçu pour évaluer la capacité de cerner un problème (la boîte aux miroirs) 51

EXEMPLE 8: Item conçu pour évaluer la capacité de cerner un problème (le circuit électrique) 66

INTRODUCTION

Au Québec, ces dernières années, on a beaucoup insisté, du moins dans les programmes pédagogiques, sur la démarche expérimentale dans le cadre de l'enseignement des sciences. En fournissant à l'élève l'occasion de parcourir lui-même les différentes étapes de la "méthode scientifique", on espérait faciliter sa compréhension des phénomènes naturels et surtout l'initier au processus de recherche scientifique.

En fait, dans ses orientations sur l'enseignement des sciences, le ministère de l'Education du Québec respectait les principales recommandations de la Commission Parent[1]. L'enseignement des sciences physiques, par exemple, devait viser "la connaissance des phénomènes scientifiques et la compréhension de la structure de la matière", mais aussi "la connaissance et l'application de la méthode scientifique telle que l'exercent les scientifiques"[2].

---

[1] Pour la Commission Parent, l'enseignement scientifique devait se donner comme objectifs de "fournir à chacun une solide connaissance des théories et principes généraux autour desquels s'unifient les diverses sciences" et "d'initier les élèves aux méthodes de recherche et de raisonnement scientifique". (Rapport de la Commission royale d'enquête sur l'enseignement dans la province de Québec, Troisième partie, les programmes d'études, 1964, p. 133.)

[2] Gouvernement du Québec, Annuaire de l'enseignement secondaire, cahier 01, Québec: ministère de l'Education, 1978, p. 18.

Cependant, en choisissant des programmes au contenu jugé trop vaste pour le temps réservé à l'enseignement des sciences et en utilisant des instruments d'évaluation destinés essentiellement au contrôle de connaissances théoriques, le ministère de l'Education incita la plupart des enseignants à orienter d'avantage leur enseignement vers l'acquisition de connaissances que vers le développement d'habiletés[3].

Dans un document déposé en 1986[4], le ministère de l'Education réafirma sa volonté de faire du développement de la pensée scientifique et des habiletés qui lui sont associées un objectif essentiel de l'enseignement des sciences. On y déclare notamment que "l'apprentissage de la démarche expérimentale (...) constitue l'élément fondamental de la formation scientifique des jeunes, au-delà même de l'acquisition d'un nombre de connaissances forcément limitées et appelées à se modifier avec le temps"[5].

---

[3] Constatations issues d'une analyse critique commandée par le ministère de l'Education au sujet des différents programmes de physique utilisés au secondaire dans les écoles québécoises. (Gouvernement du Québec, Programme d'études secondaire (physique), Québec: ministère de l'Education, octobre 1981, p. 7).

[4] Gouvernement du Québec, Document d'orientation, programmes de sciences physiques (2e cycle du secondaire), Québec: ministère de l'Education, Direction de la formation générale, juin 1986, 68 p..

[5] Ibid, p. 29.

Le Ministère reconnait cependant que la poursuite d'un tel objectif nécessite certains changements, notamment au niveau de l'évaluation des apprentissages de l'élève.

Conscient de l'influence que peut avoir l'évaluation sur la dynamique de la classe*, la conception d'instruments de mesure conformes à l'esprit et aux objectifs de formation et surtout leur disponibilité lors de l'application des programmes constitue pour le Ministrère "une nécessité absolue"[7]. Concevoir une évaluation en adéquation avec les objectifs visés est aussi important que la rédaction des programmes. Dans les cours de sciences, l'évaluation doit couvrir non seulement le champ des connaissances mais aussi celui des habiletés liées au processus de recherche scientifique, sans quoi le développement de ces dernières risque, une fois de plus, de sombrer dans l'oubli.

Mais quelles sont ces habiletés que l'on associe au processus de recherche scientifique? Et, de quelles façons peut-on les évaluer? Existe-t-il ou peut-on concevoir des

---

* Le Ministère se réfère principalement à l'étude de cas "Lavoisier: l'enseignement des sciences dans une polyvalente" menée par Pierre-Léon Trempe, professeur au Département des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Cette étude révèle, en effet, que les élèves n'investissent généralement leur énergie que dans ce qui fait l'objet d'une évaluation. Ils ajustent, en quelque sorte, leur travail et leurs efforts aux examens qui leurs sont présentés.

[7] Gouvernement du Québec, op. cit. p. 66.

items qui, en étant administrés collectivement, permettent une mesure individualisée de ces habiletés? Enfin, existe-t-il de tels instruments pour les élèves du niveau secondaire?

Le présent ouvrage tente d'apporter des réponses à ces questions. Le premier chapitre sera consacré à l'identification et à la description des principales habiletés dites scientifiques. Le second fera une revue de la documentation existante sur les tests destinés à l'évaluation des habiletés scientifiques. Le dernier chapitre proposera des exemples d'items destinés à l'évaluation des habiletés préalablement identifées comme associées à l'investigation scientifique.

CHAPITRE I

Les principales habiletés liées au processus de recherche scientifique

Avant de tenter d'identifier les principales habiletés liées au processus de recherche scientifique, il importe de préciser le sens qui sera accordé à l'expression "recherche scientifique". On pourra alors mieux comprendre la perspective adoptée. Aussi, essaierons-nous, dans ce premier chapitre, de répondre à deux questions: qu'est-ce qu'une recherche scientifique, et quelles habiletés sous-tend une telle démarche?

1.1 Qu'est-ce qu'une recherche scientifique?

On considère généralement la recherche scientifique comme une démarche rationnelle. Et règle générale, la rationalité est associée à l'exigence de fondement: être rationnelle, "c'est ne pas vouloir laisser de place à l'arbitraire, c'est expliquer les événements en leur trouvant des causes, justifier ses affirmations en les démontrant à partir d'autres affirmations et organiser son action en la soumettant à un plan ou à un principe"[1].

---

[1] Bouveresse, Renée. Karl Popper ou le rationalisme critique. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1978. p. 9.

Face à une telle exigence de justification, et surtout pour éviter une régression à l'infini, on a souvent cru en la nécessité d'un fondement premier: une vérité certaine sur laquelle on pourrait construire le savoir. Ce qui mena à considérer la rationalité comme le souci de formuler et de justifier ses théories en faisant appel à une source de connaissances digne de foi.

Pour certains, c'est le cas des tenants de la thèse empiriste, cette source serait l'expérience. Autrement dit, les données des sens constitueraient le fondement premier de nos discours et de nos actions. Selon cette perspective, les hypothèses que l'on avance proviendraient alors d'observations, et les théories gagneraient en crédibilité en autant qu'elles sont vérifiés par l'expérience. Selon la thèse empiriste, "toute théorie qui ne viendrait pas de l'expérience serait vaine et gratuite"[2].

Une recherche débuterait donc, selon le modèle empiriste, par l'enregistrement et l'accumulation d'informations. L'observation de certaines répétitions nous amènerait à croire en l'existence de régularités et par la suite à formuler des théories. Au début, ces théories ne seraient qu'hypothétiques, mais à mesure qu'elles se vérifieraient par des données empiriques, on les considérerait de plus en plus comme

---

[2] Ibid.

définitivement établies et certaines. La démarche proposée par le modèle empiriste est donc essentiellement inductive. Des comptes rendus d'observations ou d'expériences, c'est-à-dire d'énoncés singuliers, on passerait aux énoncés universels que sont les hypothèses et les théories.

Mais cette démarche est-elle aussi rationnelle qu'on le prétend? "Sommes-nous justifiés de raisonner à partir de cas dont nous avons l'expérience pour d'autres cas dont nous n'avons pas l'expérience?"[3]

A ces deux questions, Karl Popper répond de façon négative. Se référant aux travaux de David Hume, il affirme que l'observation d'un phénomène, même répétée, n'accorde aucune force d'argumentation. En effet, peu importe le nombre de corbeaux noirs que l'on ait pu observés, cela ne justifiera pas la conclusion que tous les corbeaux sont noirs. Une série finie d'expériences ne peut justifier, encore moins vérifier, des propositions universelles.

Selon Popper,"aucune règle ne pourra jamais garantir qu'une généralisation obtenue par inférence à partir d'observations vraie, aussi fréquemment répétées fussent-elle, soit elle-même vraie"[4]. Pour lui, "l'inférence fondée

---

[3] Popper, Karl R., La connaissance objective, Bruxelles: Editions Complexe, 1978, p. 14.

[4] Popper, Karl R. , Conjectures et Réfutations, Paris: Payot, 1985, p. 89.

sur la multiplicité des observations est un mythe"[7] et l'effort pour trouver un fondement positif certain à notre connaissance du réel est vain.

Mais, si on ne peut ni vérifier ni justifier nos théories, peut-on encore penser à une façon rationnelle de mener une recherche?

Cela semble possible si nous considérons et savons profiter de l'asymétrie qui existe entre la vérification et la falsification. Car, bien qu'on ne puisse justifier un énoncé universel à partir d'un ou plusieurs énoncés particuliers, il est cependant possible de le réfuter à partir d'un seul de ces énoncés. Par exemple, l'observation d'un seul corbeau non-noir suffirait pour infirmer la théorie voulant que tous les corbeaux soient noirs. En fait, "l'expérience possède bien, comme l'affirme l'empirisme, la possibilité de trancher en face d'un énoncé universel, mais de façon uniquement négative"[8].

Cette possibilité, permet d'entrevoir une façon de mener une recherche dans laquelle, à défaut de trancher pour une théorie, on essaie de trancher contre elle. C'est en ce sens que Karl Popper a développé son modèle du processus de recherche scientifique. Il propose comme démarche de mettre à

---

[7] Ibid.

[8] Bouveresse, Renée, op. cit. p. 24.

l'épreuve toutes les idées que l'on émet en partant du principe qu'"une théorie ne s'évalue pas en fonction de l'authenticité de sa source mais de sa résistance à la critique"[7].

Popper suggère, entre autres, de comparer entre elles les conséquences ou implications que l'on peut déduire de chaque hypothèse afin d'éprouver la cohérence interne de chaque système théorique. Il propose aussi et surtout d'examiner jusqu'à quel point ces conséquences s'accordent aux exigences de la pratique, en les comparant avec des résultats d'applications ou d'expérimentations. Si certaines des conséquences déduites d'une hypothèse se trouvent en désaccord avec l'information expérimentale recueillie, Popper soutient que cette hypotèse doit être considérer comme invalide, respectant ainsi le "modus tollens" de la logique classique: "si on peut dériver p de t, et si p est faux, alors t est également faux"[8]. Si, dans le cas contraire, les conséquences se révèlent corroborées expérimentalement, Popper considère alors que l'hypothèse a provisoirement réussi un test et que l'on n'a simplement pas encore trouver de raison pour l'écarter. Car, pour Popper, tant qu'une hypothèse résiste aux tests systématiques et rigoureux et qu'aucune autre ne la remplace avantageusement, on peut seulement dire qu'elle a

---

[7] Ibid., p. 33.

[8] Ibid., p. 75.

fait ses preuves, ou qu'elle est corroborée. Jamais on ne peut dire qu'une hypothèse est confirmée. Même si une hypothèse passe avec succès plusieurs tests, celle-ci ne demeure qu'une supposition toujours susceptible d'être remise en cause*. Pour Popper, "notre savoir progresse en éliminant l'erreur, mais reste toujours conjectural"[10].

Comme on peut le constater, la façon dont Popper conçoit la démarche scientifique se distingue considérablement de celle issue du courant empiriste. En effet, "on ne va plus de l'observation à la théorie dans un mouvement de généralisation, mais on part plutôt de la théorie, et on ne se sert de l'observation que pour tenter de l'infirmer"[11]. Car, Popper considère que l'observation ne peut ni servir de fondement[12] ni constituer le point de départ d'une recherche.

Les théories que nous formulons ne résultent pas, selon Popper, d'une accumulation d'informations. L'idée véhiculée

---

* Alors que dans le modèle empiriste, une théorie était une hypothèse vérifiée expérimentalement, on constate que pour Popper il n'y a pas de différence de cet ordre entre hypothèse et théorie.

[10] Ibid., p. 12.

[11] Popper, Karl R., La logique de la découverte scientifique, Paris: Payot, 1973, p. 26.

[12] Dans le sens entendu par les tenants du modèle empiriste, à savoir un fondement positif permettant de justifier un énoncé.

par le modèle empiriste, à savoir qu'il est possible de "partir de pures observations, sans qu'intervienne aucun élément d'ordre théorique, constitue une absurdité"[13]. En effet, pourrait-on explorer une région du réel sans savoir quel type de phénomène on peut y découvrir ou encore sans avoir la moindre attente? Certes non! Car, "ce n'est qu'en référence à des besoins ou à des intérêts que les objets se laissent classer et font apparaître des similitudes ou des différences"[14]. Bref, pour Popper, l'observation neutre n'existe tout simplement pas. Nous observons toujours avec des attentes et celles-ci sont tributaires des théories auxquelles nous souscrivons.

Popper réhabilite en quelque sorte l'innéisme: "tout organisme naît, non pas bien sûr avec des idées innées, mais avec des attentes et des dispositions innées"[15]. Une de nos attentes fondamentales, selon lui, est notamment celle de la "présomption de la régularité"[16]. D'où, notre tendance à la rechercher et à forger des théories, lorsque nous appréhendons notre environnement.

---

[13] Popper, Karl R., "Conjectures et réfutations", p. 79.

[14] Ibid., p. 80.

[15] Bouveresse, Renée, op. cit. p. 38.

[16] Popper, Karl R., op. cit. p. 81.

Bien sûr, l'observation précède la production d'une hypothèse. Mais, une observation ne suscite l'invention d'une hypothèse, que si elle ne peut être expliquée à l'intérieur de l'ancien cadre conceptuel ou lorsqu'elle ne correspond pas à un horizon d'attente antérieur. Une recherche ne débute, en fait, que s'il y a problème: "lorsque nos attentes se trouvent déçues ou que nos théories nous conduisent à des difficultés, à des contradictions"[17].

Toute recherche débute donc par une problème et n'est finalement, qu'une tentative pour le resoudre. Une tentative dans laquelle Popper distingue deux grandes phases. D'abord, celle ou, procédant par analogie ou généralisation, on envisage certaines solutions, et au cours de laquelle on formule différentes hypothèses. Puis, celle ou l'on teste systématiquement chacune de ces hypothèses.

La première de ces deux phases, étant liée à notre besoin inné de trouver des régularités, n'a rien de rationnelle, mais la seconde l'est. Car, tester une hypothèse selon la démarche proposée par Popper n'implique aucune inférence inductive. En effet, en tirant des prévisions d'une théorie, puis en remontant de la fausseté ou de la non fausseté des prévisions à celle de la théorie, nous n'effectuons que des inférences déductives. Cette démarche permet donc d'écarter,

---

[17] Ibid., p. 329.

de façon rationnelle, les hypothèses erronées et conduit à en préférer d'autres. Bien plus, elle relance constamment la recherche et permet de l'approfondir. Car, dans ce processus d'élimination de l'erreur, il y a beaucoup plus que l'alternative darwinienne de la survie ou de la mort de théories. Chaque fois qu'une théorie échoue, cet échec soulève de nouveaux problèmes et invite, par conséquent, à développer une meilleure théorie. Mener une recherche, selon Popper, c'est "progresser à travers la formulation de différents problèmes pour en venir à des problèmes toujours plus fondamentaux"[18].

Vu dans une perspective large, une recherche a donc, selon Popper, pour point de départ et pour terme la formulation de problèmes, et ce qui rend cette démarche rationnelle c'est l'effort constant pour réfuter les hypothèses inventées. Cette façon de concevoir la recherche, qui ne laisse entrevoir, du moins pour l'instant, aucune incohérence et qui permet de répondre au besoin de développer rationnellement des théories de plus en plus valables, semble une expression juste de ce que constitue une recherche scientifique. Jacques Monod, Prix Nobel en biologie, considère notamment que "Popper a su restituer et justifier en épistémologie l'attitude réaliste qui est, et qui demeure sans aucun doute, celle même de

---

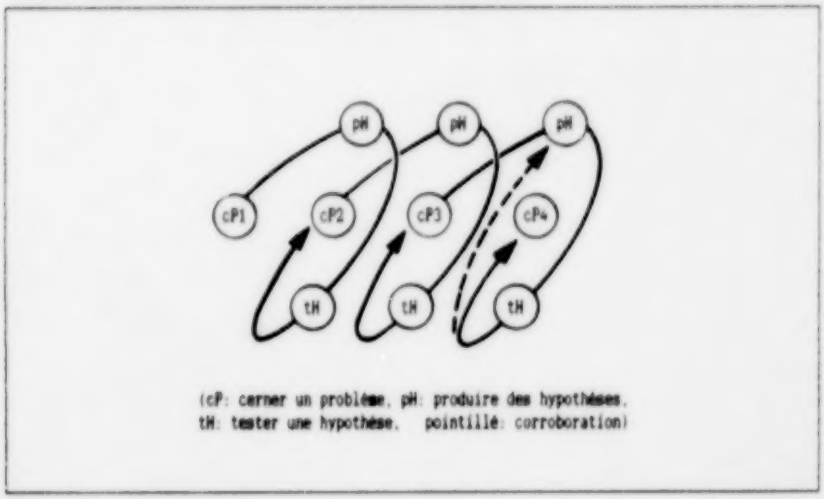
[18] Ibid, p. 329.

l'homme de science à l'oeuvre dans son effort créateur"[1*]. Aussi, nous sommes nous référé au modèle de Popper pour identifier les principales habiletés dites scientifiques.

1.2 Les habiletés que sous-tend le modèle proposé par Popper

Reprenant les idées de Popper, on pourrait représenter la démarche de recherche scientifique comme un cycle dans lequel sont impliquées trois habiletés: d'abord celle de cerner un problème, celle de produire des hypothèses et finalement celle de tester ces hypothèses (voir figure 1).

FIGURE 1: MODÈLE CYCLIQUE DE LA MÉTHODE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE



(cP: cerner un problème, pH: produire des hypothèses,
tH: tester une hypothèse, pointillé: corroboration)

[1*] Idem., Logique de la découverte scientifique. Paris, Payot, 1973, Préface p. 5.

A chacune de ces habiletés se rattachent, bien sûr, différentes opérations de l'ordre du savoir-faire intellectuel. Nous essaierons, en fournissant une brève description de chacune de ces habiletés, de bien les identifier.

1.2.1 Cerner un problème

En lessant tomber simultanément et de la même hauteur deux sphères de masses différentes devant un élève, on remarque souvent, de la part de celui-ci, une réaction de surprise lorsqu'il constate que les deux sphères touchent le sol au même instant; cet événement crée problème. D'abord, il refuse généralement d'y croire et prétend que les sphères ne furent pas lachées simultanément ou de la même hauteur[20]. Mais, reprenant lui-même l'expérience en veillant à ce que les deux sphères soient lachées de la même auteur et au même instant, il finit par admettre que les deux sphères touchent bel et bien le sol au même instant. Le problème demeure donc.

---

[20] En réagissant de la sorte, l'élève démontre qu'il s'attendait à autre chose: l'événement observé ne prend pas l'allure prévu. L'élève manifeste également son attachement à une croyance plus ou moins clairement formulée.

Mais quel est-il ce problème? Habituellement, l'élève avoura qu'il s'attendait à ce que la sphère la plus lourde touche le sol la première et que cela ne s'est pas produit. Il réalisera qu'une de ses croyances[2] est remise en cause et que, par conséquent, certains phénomènes (ceux qui jadis furent expliqués par cette théorie) ne trouvent plus d'explications. Cet élève aura alors cerner un problème.

Cerner un problème, c'est donc percevoir une inadéquation entre son cadre conceptuel (parfois plus ou moins clairement constitué) et l'expérience: une attente est déçue, les événements ne prennent pas l'allure prévue. Mais cerner un problème, c'est aussi éclaircir le caractère spécifique du problème en délimitant l'inconnu et l'inexpliqué, en identifiant l'attente déçue, l'hypothèse remise en cause.

1.2.2 Produire des hypothèses

Une hypothèse, telle que nous l'avons défini, n'est pas un condensé d'observation, mais une conjecture hardiment forgée pour résoudre un problème, une invention que l'on met à l'épreuve pour l'écarter si elle entre en

---

[2] Par exemple, celle que la vitesse de chute d'un objet est directement proportionnelle à sa masse.

conflit avec l'observation[22]. Produire une hypothèse, c'est donc proposer audacieusement une solution falsifiable[23] à un problème que l'on a cerné.

Pour produire un tel énoncé, l'élève effectuera essentiellement deux opérations: l'une de rappel et l'autre d'invention. Car, une nouvelle hypothèse correspond à une synthèse nouvelle de nos connaissances et croyances.

Prenons, par exemple, le cas de l'élève qui, suite à certaines observations, remet en cause sa croyance que la vitesse de chute d'un objet est directement proportionnelle à sa masse. Le problème auquel fait face l'élève dans ce cas pourrait probablement se traduire ainsi: si la masse d'un objet n'influence pas sa vitesse de chute, alors comment expliquer que certains tombent plus rapidement que d'autres?

Cherchant une réponse à cette question, l'élève tournera probablement en rond durant un certain temps puis

---

[22] Observation qui n'est généralement pas fortuite, mais délibérément entreprise pour tester la théorie en en produisant, si possible, une réfutation définitive.

[23] On qualifie une hypothèse de falsifiable si les conséquences de celle-ci se divisent, de manière précise, en deux sous-classes non vides: celle des conséquences exclues que l'on appelle la classe des falsificateurs virtuels de l'hypothèse et celle des conséquences permises.

soudain il se souviendra qu'une feuille de papier voltige lorsqu'elle tombe. De cette expérience passée, qui jusqu'à ce moment semblait sans intérêt, pourra émerger de façon plus ou moins confuse une nouvelle hypothèse: l'air influence la vitesse de chute des objets.

1.2.3 Tester une hypothèse

Nous savons que pour Popper, tester une hypothèse consiste à chercher volontairement les failles de celle-ci. Soumettre une hypothèse à un test, c'est essentiellement confronter les conséquences de celle-ci à des informations expérimentales pour y découvrir, s'il y a lieu, des inadéquations.

Bien entendu, cela présuppose qu'on ait d'abord déduit des prévisions de l'hypothèse en question, et qu'on ait élaboré à partir des connaissances techniques dont on dispose, une démarche permettant de recueillir l'information expérimentale nécessaire pour confronter ces prévisions. Il faut ensuite exécuter cette démarche de cueillette, ce qui peut nécessiter certaines habiletés techniques liées à l'usage d'instruments de mesure ou d'observation, et enfin interpréter les résultats expérimentaux de façon qu'ils puissent être confronter au prévisions.

Supposons l'hypothèse suivante: l'air influence la chute des objets. Pour tester cette hypothèse, on pourrait, par exemple, comparer le mouvement d'une feuille de papier lorsqu'on en fait une petite boulette au mouvement d'une autre que l'on aurait pas froissée. Car, si l'air influence la chute des objets, leur forme importe. Ainsi, une petite boulette de papier devrait tomber plus rapidement qu'une feuille de papier non froisée. Si l'expérience ne confirme pas cette prévision, nous pourrons alors considérer que notre hypothèse est falsifiée, sinon nous pourrons la considérer corroborée.

CHAPITRE II

Les instruments offrant la possibilité d'évaluer les habiletés liées au processus de recherche scientifique

Nous venons d'identifier ce que nous souhaitons évaluer: l'habileté à cerner un problème, celle de produire des hypothèses et celle de tester une hypothèse. Nous devons maintenant déterminer le genre d'instrument qui se prête à l'évaluation de ces habiletés.

Pour cela, nous avons considéré ce qui a été publié ces dernières années au sujet de l'évaluation des habiletés dites scientifiques.

2.1 La rareté des instruments destinés à l'évaluation des habiletés scientifiques

Lorsqu'on s'intéresse à l'évaluation de ces habiletés, on a de prime abord, à considérer la rare documentation existante, l'impression qu'on ne s'est guère préoccupé de ce domaine d'évaluation.

En effet, bien que le ministère de l'Education du Québec ait manifesté à plusieurs reprises, au cours des dernières années, sa volonté de favoriser le développement des principales habiletés liées au processus de recherche

scientifique[1], rien de substantiel ne semble avoir été réalisé pour évaluer les progrès des élèves à cet égard. Les examens officiels[2] se sont toujours limités à des objectifs qui ne concernent que "l'acquisition et l'application de connaissances théoriques"[3] et les conclusions de différentes études sur l'évaluation pratiquée par les enseignants portent à croire qu'on se serait limité, là aussi, à de tels objectifs.

Par exemple, l'étude de cas menée par Pierre-Léon Trempe sur l'enseignement des sciences dans une polyvalente québécoise a notamment révélé que les examens conçus par les enseignants de cette école n'impliquaient aucunement les habiletés de recherche de l'élève. Les questionnaires destinés à l'évaluation des apprentissages des élèves faisaient surtout appel à la mémoire et, dans certains cas, nécessitaient des calculs ou l'interprétation d'un graphique. Dans les examens de physique, par exemple, il trouva surtout des questions

---

[1] Pour le ministère de l'Education, l'enseignement des sciences physiques au secondaire vise, entre autres, les buts suivants: "la connaissance, l'application et l'appréciation de la méthode scientifique telle que l'exercent les scientifiques". (Gouvernement du Québec, Annuaire 01 de l'enseignement secondaire, Québec: ministère de l'Education, 1976-1977, p. 11.).

[2] Les instruments développés par le ministère de l'Education.

[3] Reproche formulé par le comité chargé de la conception du dernier programme de physique. Voir: Gouvernement du Québec, Programme d'études, secondaire, physique, Québec: ministère de l'Education, 1981, p. 8.

portant sur "la définition d'un terme", "la compréhension d'un phénomène" ou encore "des questions qui exigent l'application de formules"[4].

Jacques Deshautels signale cette même tendance, lorsqu'il trace le portrait de l'enseignement des sciences au Québec. A sa connaissance, l'évaluation pratiquée par les enseignants ne diffère guère de celle du ministère de l'Education. Selon lui, "la majorité des enseignants se bornent (...) à mesurer certains aspects de la dimension intellectuelle de l'apprentissage"[5], c'est-à-dire, "certaines connaissances factuelles" et la capacité de "les appliquer dans le cadre de problèmes de logique"[6]. Même les rapports de laboratoire que produisent les élèves, ne sont corrigés bien souvent qu'"en fonction de la validité des informations (...) fournies"[7]. Pour Jacques Deshautels, depuis une quinzaine d'années, on a proposé, au niveau de l'enseignement des sciences, de nouveaux objectifs, une nouvelle pédagogie, on s'est donné des moyens adéquats pour réaliser ces objectifs en terme d'outils didactiques, de laboratoire, mais au niveau de l'évaluation,

---

[4] Pierre-Léon Trempe, "Lavoisier, L'enseignement des sciences dans une polyvalente", dans Conseil des sciences du Canada, L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes, volume III, Etudes de cas, 1983, p. 313.

[5] Jacques Désautels, Ecole + science = échec, Québec: Québec science éditeur, 1980, p. 90.

[6] Ibid., p. 89.

[7] Ibid., p. 91.

on mesure encore ce que l'on mesurait à une autre époque. On est demeuré axé sur l'évaluation des connaissances et de la capacité d'en faire usage[8].

Pourtant, au cours des vingt dernières années, des instruments destinés à l'évaluation des habiletés dites scientifiques doivent bien avoir été développés.

Parcourant différentes sources bibliographiques[9], nous avons pu repéré plusieurs documents sur l'évaluation dans le domaine de l'enseignement des sciences. Certains de ces documents sont des articles portant sur un ou plusieurs instruments de mesure[10], alors que d'autres sont soit des banques d'items[11] ou encore des répertoires de tests[12] (tableau 1, page suivante).

---

[8] Cette tendance est flagrante si l'on consulte tant soit peu la banque d'instruments de mesures (B.I.M) que le ministère de l'Education développe présentement. En effet, les instruments d'évaluation qu'on y trouve pour les cours de chimie et de biologie (aucun instruments n'existent pour les cours de physique) sont centrés sur l'évaluation de connaissances factuelles et l'application de formules.

[9] La référence de ces ouvrages se trouve à l'appendice A.

[10] Par instruments de mesure, nous entendons principalement les tests, c'est-à-dire un ensemble d'items regroupés pour recueillir des données pertinentes quant au jugement à poser.

[11] Il s'agir de collections organisées d'items dont le classement permet un repérage facile selon divers paramètres (objectif mesuré, indice de difficulté, etc.).

[12] Inventaire méthodique d'instruments de mesure relatifs aux apprentissages et à certains aspects du développement de l'élève dans le cadre d'une formation donnée.

TABLEAU 1: LE NOMBRE DE DOCUMENTS REPERTORIES DANS LES DIFFERENTES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES	ANNEES CONSULTEES	NOMBRE TOTAL DE DOCUMENTS	TYPE DE DOCUMENT		
			TESTS	BANQUES D'ITEMS	REPERTOIRES DE TESTS
RESOURCES IN EDUCATION (RIE)	1966-1985 (mars)	80	40	34	6
CURRENT INDEX TO JOURNAL IN EDUCATION (CIJE)	1970-1985 (mars)	33	24	7	2
EDUCATION INDEX	1964-1981	25	21	1	3
CANADIAN EDUCATION INDEX	1965-1984 (nov.)	13	2	6	5
BULLETIN SIGNALITIQUE (SCIENCES DE L'EDUCATION)	1970-1985 (juin)	5	3	0	2

Or, en classant ces documents selon cinq grands domaines d'évaluation: celui des "éléments particuliers" (terminologie, symboles, faits), celui des "éléments universels" (principes, concepts, lois, théories), celui des "savoir-faire simples" (techniques de manipulation ou d'observation, tracer de graphiques, utilisation de formules), celui des savoir-faire liés à la démarche de recherche scientifique et celui des "savoir-être" (valeurs, attitudes ou intérêts), nous avons pu effectivement constater que plusieurs portent, du moins selon le ou les auteurs du document, sur l'évaluation des habiletés scientifiques.

En fait, près de la moitié des articles traitant d'un ou plusieurs tests (trente neuf sur quarante quatre) portent entièrement ou en partie sur l'évaluation des habiletés dites scientifiques (tableau 2).

TABLEAU 2: LE NOMBRE DE DOCUMENTS REPERES ET LE DOMAINE D'EVALUATION

TYPES DE DOCUMENTS	NOMBRE TOTAL DE DOCUMENTS	NOMBRE DE DOCUMENTS		
		SE LIMITANT AUX ELEMENTS PARTICULIERS ELEMENTS UNIVERSELS SAVOIR-FAIRE SIMPLES	INCLUANT DES SAVOIR-FAIRE LIES A LA DEMARCHE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE	PORTANT SUR LES SAVOIR-ETRE
ARTICLE PORTANT SUR UN OU PLUSIEURS TEST(S)	90	44	39	7
BANQUE D'ITEMS	48	38	10	0

Cependant, si on examine les banques d'items, la place réservée à l'évaluation des habiletés liées au processus de recherche scientifique semble moins importante. En effet, la plupart des banques d'items que nous avons repérées (trente huit sur quarante huit) se limitent à l'évaluation des éléments particuliers, universels et des savoir-faire simples (voir tableau 2). Si nous examinons quelque peu les répertoires de tests, nous constatons cette même tendance (voir tableau 3, page suivante).

TABLEAU 3[1]: LE NOMBRE DE TESTS REPERES ET LE DOMAINE D'EVALUATION

REPERTOIRES DE TESTS REPERES	NOMBRE DE TESTS		
	SE LIMITANT AUX ELEMENTS PARTICULIERS ELEMENTS UNIVERSELS SAVOIR-FAIRE SIMPLES	INCLUANT DES SAVOIR-FAIRE LIES A LA DEMARCHE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE	PORTANT SUR LES SAVOIR-ETRE
REPORT OF THE ACS EXAMINATION COMMITTEE	6	0	0
EVALUATION INSTRUMENTS LOCALLY DEVELOPED IN ONTARIO (1979).	5	2	0
BRITISH COLUMBIA SCIENCE ASSESSMENT 1978: SUMMARY REPORT.	0	2	0
MEASURING THE PROCESSES OF SCIENCE OBJECTIVES	0	10	0
SOME EVALUATION TECHNIQUES FOR PROCESS IN SCIENCE TEACHING	1	0	0
MANITOBA CHEMISTRY ASSESSMENT PROGRAM, 1981: FINAL REPORT.	2	0	0
UNPUBLISHED EVALUATION INSTRUMENTS SCIENCE TESTS	109	0	51
TESTS OF THE PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE (SERIE S ET SERIE N)	20	0	0
STANDARDIZED SCIENCE TESTS	33	5	0
COMPENDIUM OF STANDARDIZED SCIENCE TESTS	11	0	0

[1] Nous avons retenu, dans ce tableau, uniquement les documents et les tests destinés aux étudiants de niveau secondaire. On retrouve les références de ces documents à l'appendice B.

Qu'il s'agisse du répertoire de test produit par le "National Science Teacher Association (N.S.T.A.)"[14] dans lequelle on trouve tous les instruments standardisés publiés aux Etats-Unis entre 1959 et 1973, ou encore celui regroupant les instruments conçus entre 1964 et 1974 mais non publiés[15], peu de tests sont destinés à l'évaluation des savoir-faire liés à la démarche de recherche scientifique.

Il existe bien quelques répertoires consacrés à l'évaluation des habiletés liées au processus de recherche scientifiques[16], mais la plupart de ceux que nous avons repérés ne proposent généralement que des tests destinés à l'évaluation des connaissances (éléments particuliers et universels) et des savoir-faire simples ou, tout au plus, des tests dans lesquels on a intégré quelques items destinés à l'évaluation des habiletés dites scientifiques[17].

---

[14] Janet Wall et Lee Summerlin, Standardized science tests: a descriptive listing, Washington: National Teacher Association, 1973, 64 p..

[15] Victor J. Mayer, Unpublished Evaluation Instruments in Science Education: A Handbook, Science Education Information Reports, Colombus: E.R.I.C. Information Analysis Center for Science, Mathematics, and Environemental Education, 1974, 322 p..

[16] Par exemple: Doran R. L., "Measuring the processes of science objectives", Science Education, Vol. 62, Ja-Mr 1978, p. 19-30, et MacDonald J. A., "Somme evaluation techniques for process in science teaching", SCAT Bulletin, Vol 9, Nos 2 et 3, septembre 1970, p.82-90.

[17] B.C. Ministry of Education, British Columbia Science Assessmen 1978: Summary Report, Victoria: Learning Assessment Branch, 1978, 56 p..

Certaines techniques (items et tests) destinées à l'évaluation des habiletés dites scientifiques existent donc. Cependant, en examinant les banques d'items et les répertoires de tests, on constate une nette prédominance des instruments destinés à l'évaluation des connaissances et des savoir-faire simples. Comment expliquer cette tendance?

Signalons tout d'abord que c'est principalement aux Etats-Unis et au Canada que l'évaluation des habiletés dites scientifiques semble avoir suscité le plus d'intérêt. En effet, les quelques documents européens que nous avons repérés se limitent au contrôle des connaissances théoriques et de la capacité de les appliquer.

Cela s'explique facilement lorsqu'on sait qu'"une tradition fortement théorique"[18] existait en Europe (à l'exception des pays de langue anglaise) au cours des années soixantes-dix, alors qu'aux Etats-Unis et au Canada on insistait, du moins dans les programmes d'études, sur le développement d'habiletés liées à la démarche de recherche scientifique.

Mais alors, pour quelle raison insiste-t-on tant dans les banques d'items et les répertoires de tests sur l'évaluation

---

[18] Conclusion d'une étude menées en 1973, sur l'enseignement des sciences dans 19 pays. Voir: E. J. Wenham, " Approches nouvelles de l'enseignement de la physique au niveau secondaire", dans Unesco, Tendances nouvelles de l'enseignement de la physique, Paris: Unesco, 1976, p. 114.

des connaissances et des savoir-faire simples? L'analyse des outils pédagogiques employés au cours des dernières années, tant aux Etats-Unis qu'au Canada, permet d'entrevoir une réponse.

La plupart des grands programmes d'étude américains, comme celui du P.S.S.C.[19], ont pour idée centrale la redécouverte des grands principes de la science en reprenant le cheminement des grands découvreurs. On propose donc, dans ces programmes, de nombreuses activités en laboratoire[20].

Une étude américaine révèle, cependant, que ces activités sont très structurées[21]. Par exemple, dans les activités prévues par le programme de physique du P.S.S.C., on ne demande jamais à l'élève de définir un problème, de produire une hypothèse ou encore de concevoir une façon de la tester; on lui demande tout au plus d'exécuter différentes manipulations ou procédures d'observation et d'interpréter des résultats expérimentaux[22].

---

[19] Physical Science Study Committee.

[20] Les concepteurs du P.S.S.C. considèrent, en effet, que "les idées, les concepts et les définitions n'ont vraiment de sens (pour l'élève) que lorsqu'ils sont reliés à l'expérience" (Educational Services Inc., Guide des travaux pratiques de physique, traduction française de Laboratory guide for physics PSSC, Ed. Lemeac Enrg - Ed. Hachette, Canada, 1960, Préface.)

[21] Voir les détails à l'appendice C.

[22] Voir tableau à l'appendice C.

Si un programme d'études propose de nombreuses activités en laboratoire cela ne signifie pas pour autant que celui-ci ait comme premier objectif le développement des habiletés que nécessite une recherche scientifique. Les programmes américains accordent, en effet, une place importante au travail en laboratoire, mais, dans la plupart des cas, les activités proposées semblent viser beaucoup plus la mise en évidence d'un principe ou d'une loi que le développement des habiletés de recherche. L'accent est mis sur l'acquisition de connaissances.

D'ailleurs, les tests proposés par les concepteurs de ces programmes d'étude en témoignent. Signalons simplement, à titre d'exemple, les tests proposés pour le cours de physique du P.S.S.C.[23] qui se limitent à l'évaluation des connaissances (principes et lois) et de la capacité de les utiliser (voir tableau 3, page 7).

Comme les programmes d'études employés au Etats-Unis et au Canada demeurent essentiellement axés sur l'acquisition et l'application de connaissances théoriques, il n'est donc pas surprenant de trouver surtout des instruments destinés à l'évaluation de ces domaines dans les banques d'items et les répertoires de tests.

---

[23] Physical Science Study Committee. Tests of the Physical Science Study Committee. Princeton: Educational Testing Service, Cooperative test division, 1959.

2.2 Les instruments destinés à l'évaluation des habiletés dites scientifiques

Il existe donc, même s'ils sont rares, des instruments destinés à l'évaluation des habiletés liées au processus de recherche scientifique. Mais, à quoi ressemble ces quelques instruments d'évaluation? De quelle façon procède-t-on à l'évaluation de ces savoir-faire?

Dans la plupart des cas, on propose des questionnaires à "correction dite objective" (voir tableaux 4 et 5, page suivante)[24], c'est-à-dire, le plus souvent, des questions à choix multiples ou, dans certains cas, des questions à deux choix (l'alternative)[25].

Bien que les tests à correction dite objective présentent de nombreux avantages (correction facile et rapide, peu d'ambiguité quant à la nature de la réponse attendue), on ne peut prétendre évaluer les habiletés liées au processus de recherche scientifique à l'aide de ce genre d'instrument.

---

[24] Prendre note que nous avons retenu pour ces tableaux uniquement les documents concernant les étudiants de niveau secondaire.

[25] Par exemple, dans l'examen conçu par Wayne W. Welch et Milton O. Pella (le "Science Process Inventory"), on demande à l'élève d'exprimer simplement son accord ou son désaccord par rapport à une proposition. Voir: Wayne W. Welch et Milton O. Pella, "The Developement of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Processes of Science", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 5, 1968, pp. 64-68.

TABLEAU 4: LE NOMBRE DE DOCUMENTS REPERES QUI TRAITENT DES SAVOIR-FAIRE LIES AU PROCESSUS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET QUI PROPOSENT DES QUESTIONNAIRES A CORRECTION DITE OBJECTIVE

TYPES DE DOCUMENTS	NOMBRE TOTAL DE DOCUMENTS	QUESTIONS AVEC CHOIX-MULTIPLES OU ALTERNATIVE	AUTRES
ARTICLE PORTANT SUR UN OU PLUSIERS TEST(S)	14	12	5
BANQUES D'ITEMS	9	6	3

TABLEAU 5: LE NOMBRE DE TESTS REPERES QUI INCLUENT DES SAVOIR-FAIRE LIES A LA DEMARCHE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET QUI UTILISENT DES QUESTIONS A CORRECTION DITE OBJECTIVE

REPERTOIRES DE TESTS REPERES	NOMBRE DE TESTS INCLUANT DES SAVOIR-FAIRE LIES A LA DEMARCHE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE	QUESTIONS AVEC CHOIX-MULTIPLE OU ALTERNATIVE	AUTRES
STANDARDIZED SCIENCE TESTS	5	5	0
UNPUBLISHED EVALUATION INSTRUMENTS SCIENCE TESTS	8	5	3
COMPENDIUM OF STANDARDIZED SCIENCE TESTS	8	8	0
MESURING THE PROCESSES OF SCIENCE OBJECTIVES	10	9	1
SOME EVALUATION TECHNIQUES FOR PROCESS IN SCIENCE TEACHING	8	8	1
EVALUATION INSTRUMENT LOCALLY DEVELOPED IN ONTARIO.	2	0	2
BRITISH COLUMBIA SCIENCE ASSESSMENT 1978: SUMMARY REPORT.	2	2	0

On ne doit jamais oublier que la première qualité d'un instrument de mesure est la congruence[26], c'est-à-dire la correspondance entre la question et ce que l'on souhaite évaluer. Une correspondance que l'on doit notamment observer au niveau des opérations effectuées par l'élève et du verbe énonçant la question. "Ce concept de la congruence indispensable entre ce que dit l'objectif (ce qu'on souhaite évaluer) et ce que demande l'item présenté à l'élève affecte directement la validité de l'instrument de mesure"[27].

Or, dans certains items, cette correspondance n'apparait tout simplement pas. Par exemple, souhaitant évaluer la capacité "d'imaginer et d'utiliser un moyen simple pour vérifier la véracité d'une prédiction"[28], Robert S. Tannenbaum demande, dans son test ("Test of Science Process"), "d'identifier", parmi un ensemble de propositions, celle qui constitue la meilleure démarche pour vérifier une prédiction (voir exemple 1, page suivante).

---

[26] Degré d'accord existant entre le contenu et la forme d'un item, et ce que cet item prétend mesurer.(Gouvernement du Québec, Eléments de docimologie (lexique), Québec: ministère de l'Education, mars 1984, p. 6.)

[27] Tousignant Robert, Les principes de la mesure et de l'évaluation des apprentissages, St-Jean-sur-Richelieu: Editions Préfontaine Inc., 1982, p. 87.

[28] "Devise and use simple means of checking the accuracy of the predictions made", (Robert S. Tannenbaum, "The Development of the Test of Science Processes", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 8, no 2, 1971, p. 133.

EXEMPLE 1: ITEM PROPOSÉ PAR R. TANNENBAUM POUR ÉVALUER L'HABILETÉ À TESTER UNE HYPOTHÈSE[2*]

84.

This is a picture of some string. The manufacturer claims it will hold at least 100 pounds. What is the best way to check this?

1. Hang a weight of 75 pounds on the string, and keep adding 1 -pound weights until it breaks.
2. Hang a 100 -pound weight on the string, and see if it breaks.
3. Let two 100 -pound boys pull on each end of a piece of string, and see if it breaks.
4. Hang 101 pounds on the strings and see if it breaks.
5. Double the string and hang 50 pounds from it, and see if it breaks.

La discordance saute aux yeux. "Imaginer" une démarche et "l'identifier" parmi un choix sont deux opérations bien distinctes, la première nécessite de la part de l'élève un effort d'organisation et d'expression sinon de création, alors que la seconde fait appel à sa capacité de discriminer.

On observe le même genre de discordance dans l'instrument développé par John A. Ross et Florence J. Maynes. Souhaitant évaluer "l'habileté à établir des relations entre des

---

2* Exemple tiré de: S. Tannenbaum, Test of Science Processes, p. 10.

résultats expérimentaux"[39], ils demandent à l'élève de choisir, parmi un ensemble de propositions, celle qui permet de mettre en évidence cette relation (voir exemple 2).

EXEMPLE 2: ITEM PROPOSÉ PAR J. ROSS ET F. MAYNES POUR ÉVALUER L'HABILETÉ À CRÉER DES RELATIONS ENTRE DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Mr. Simpson's class did an experiment to see if various metals conduct heat at different rates. A conductometer was used. A spot of wax was placed at the tip of each of four metal rods. A flame was positioned 4 cm from the center of the conductometer. The time taken for each spot of wax to melt off was recorded.

Here are the notes kept by the class:

	Time to melt wax (in seconds)			
Trials	Copper	Aluminium	Brass	Iron
1st	58	80	103	179
2nd	60	79	102	180
3rd	61	79	100	178
4th	62	83	97	183

Directions: What be the best way to find out if there is a relationship between the type of metal and its ability to conduct heat?

Circle the letter of the best answer.

(a) Look at all of the information. See if the time taken to melt the wax is always different for different metals.

(b) Find the least and greatest times taken to melt the wax. See if these two times are different metals.

(c) Calculate the average time taken to melt the wax for each metal (the average of each column). See if the average time is different for different metals.

(d) Compare the times taken to melt the wax on the third trial. See if the time taken to melt the wax is affected by the type of metal.

---

[39] "The skill of relationships in data". (John A. Ross et Florence J. Maynes, "Development of a tests of experiment problem-solving skills", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 20, no 1, 1983, p. 68.

Même situation pour F. Gerald Dillashaw et James R. Okey, lesquels parlent d'évaluer les "habiletés liées à la planification et à l'exécution d'une démarche de recherche" de même qu'à "l'analyse de données expérimentales"[31], mais qui se contentent, en fait, d'évaluer la capacité d'identifier l'hypothèse qu'on pourrait imaginer face à telle situation (voir exemple 3) ou encore la capacité de sélectionner la démarche permettant de tester une hypothèse donnée.

EXEMPLE 3: ITEM PERMETTANT D'EVALUER LA CAPACITE D'IDENTIFIER L'HYPOTHESE PLAUSIBLE

Objectives	Sample test item
Given a problem with dependent variables specified and a list of possible independent variables, identify a testable hypothesis.	A student has playing with a rocket. He can change the amount of water in the rocket and the angle at which he releases the rocket. He can also change the weight of the rocket by adding sand in the nose cone. He wants to see what might affect the height to which the rocket will rise. Which of the following is a hypothesis he could test? 1. Rockets with warm water will rise higher than rocket with cold water. 2. Rockets with four tail fins will rise higher than rockets with two tail fins. 3. Rockets with pointed nose cones will rise higher than rocket with rounded nose cones. 4. Rockets with more water will rise higher than rockets with less water

[31] "The science process sckills selected for testing are those associated with planning, conducting and interpreting results from investigations." (F. Gerald Dillashaw et James R. Okey, "Test of the integrated science process skills for secondary science students", Science Education, Vol. 65, no 5, 1980, p.602).

Nous pourrions, bien sûr, évoquer d'autres instruments, tels celui développé par Kenneth G. Tobin et William Capie (Test of Integrated Science Processes)[32] ou encore celui de Shaw Terry (Objective referenced evaluation in science)[33], mais les trois exemples que nous venons de donner suffisent pour illustrer l'incongruité des questions à choix multiples pour l'évaluation des habiletés auxquelles nous nous intéressons.

En offrant un choix de réponses dans un item d'examen, on restreint l'objectif d'évaluation à la capacité de sélectionner ou d'identifier. Car, en répondant à une question à choix multiples, on exécute généralement une "tâche comparative"[34]. Autrement dit, on essaie de distinguer parmi les réponses offertes celle qui apparait la plus vraisemblable. Une question à choix multiples "permet de mesurer la capacité de reconnaître la bonne réponse"[35] ou encore, diront Georges Noiset et Jean-Paul Caverni, elle

---

[32] Kenneth G. Tobin et William Capie, "Development and validation of a group test of integrated science processes", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 19, no 2, 1982, pp. 133-141.

[33] Terry Shaw, ORES - Objective Referenced Evaluation in Science, Manhattan: Kansas State Univ., 1982, 31 p..

[34] Georges Noizet et Jean-Paul Caverni, Psychologie de l'évaluation scolaire, Paris: P.U.F., 1978, p. 107.

[35] Gouvernement du Québec, Conseils pratiques pour la construction d'un instrument de mesure, Québec: ministère de l'Education, 1981, p. 25.

permet d'évaluer la capacité de "discriminer"[36] parmi un ensemble d'énoncés celui qui convient le mieux.

Une question qui offre un choix de réponses "ne peut (...) mesurer l'habileté à évoquer, à organiser et à présenter des idées ou des faits"[37]. Si l'on souhaite, par exemple, évaluer la capacité de l'élève à produire des hypothèses, l'une des meilleures façons d'y parvenir, c'est de lui laisser la possibilité de s'exprimer et de le placer dans une situation où on l'appelle vraiment à produire des hypothèses. Il faut aussi lui donner la possibilité d'agir, si on veut évaluer des habiletés manuelles ou encore sa capacité à faire face à des situations réelles. Sans quoi, ce serait prétendre que "savoir comment s'y prendre" et "faire" sont synonymes. On peut très bien savoir comment procéder pour mettre à l'épreuve telle hypothèse et l'exprimer clairement sur papier sans, pour autant, être capable de le faire. Tout comme, on peut éprouver certaines difficultés à expliquer cette procédure et être capable de l'exécuter aussi bien, sinon mieux, qu'un autre capable, lui, de l'exprimer.

Ce genre d'instrument d'évaluation, qui demande à l'élève de s'exprimer et d'agir, il en existe quelques rares exemples, ce sont les examens dit "pratiques".

---

[36] Georges Noizet et Jean-Paul Caverni, op. cit., p. 170.

[37] Gouvernement du Québec, op. cit. p. 25.

Le principe utilisé est fort simple. On appelle l'élève à exécuter une tâche qui requiert l'habileté que l'on souhaite évaluer, puis, à partir des productions qui en découlent (textes, schémas, graphiques et mesures), on porte un jugement sur le niveau de développement de cette habileté.

Par exemple, souhaitant évaluer la capacité de l'élève à mener une recherche qui requiert l'utilisation d'un microscope de même que certaines autres habiletés techniques, comme la réalisation d'une préparation microscopique, Pinchas Tamir et F. Glassman ont prévu une activité où l'élève doit réaliser lui-même sa préparation microscopique et effectuer des observations à l'aide d'un microscope (voir exemple 4, page suivante)[»].

Tamir et Glassman demandent ensuite à l'élève de fournir un compte rendu de ses observations et de produire différentes hypothèses permettant d'expliquer les phénomènes observés. Ce qui leur permet d'évaluer la capacité de l'élève à exécuter des observations à l'aide d'un microscope, son aptitude à communiquer ce q'il observe et bien sûr son habileté à produire des hypothèses[»].

[»] Exemple tiré de: Pinchas Tamir et F. Glassman, "A Practical Examination for BSCS Students", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 7, 1970, p. 108.

[»] Signalons que le phénomène observé ne doit pas avoir été présenté préalablement à l'élève, car la tâche de l'élève ne serait alors qu'une simple remémoration.

EXEMPLE 4. ITEM DIT PRATIQUE

Problem 2. Osmotic behavior of cells

The student finds before him a microscope, slides, coverslips, scalpel, forceps, an onion, strips of filter paper, and two solutions labelled "A" and "B". ("A is a solution of 0.25% fuchsin in 20% NaCl and "B" is a solution of 0.25% fuchsin in distilled water.)

To the student:

1. Peel off a piece of epidermis of inner leaf of onion. Prepare a slide for microscopic observation in a drop of Solution B.

2. Examine your slide under the microscope and choose an area where you can see one layer of cells in which you can clearly observe nuclei.

3. Add a drop of Solution A on one side of a cover glass and draw it under the cover glass with the help of filter paper.
   - While doing so, observe what occurs under the microscope. Continue to add Solution A until you observe some change.

4. Describe what occurs.

5. Now add a drop of solution B in the same way until you observe some change under the microscope.

6. Describe what occurs.

7. Report your observation in such a way that the reader will get a clear picture of what occurs in different stages of the experiment. Call examiner and show him your report.

8. How would you explain the phenomenon observed?

9. What is your hypothesis regarding the difference between solutions A and B? Explaine.

10. Can you conclude, on the basis of your experiment, that the concentration of the sap in the onion cells equals that the solution B?

11. What results would you have gotten had you used red blood cells instead of onion? Explain.

12. What are the differences between animal and plant cells which affect the behavior of these cells in experiments of the same type as you preformed?

Comme on peut le constater, cette façon de procéder offre la possibilité de développer des tests possédant un haut degré de congruence. L'évaluation "pratique" permet aussi, et surtout, d'envisager l'évaluation des habiletés auxquelles nous nous intéressons.

CHAPITRE III

Exemples d'items conçus pour l'évaluation des habiletés liées au processus de recherche scientifique

La validité d'un item d'examen, nous l'avons déjà dit, dépend du degré d'accord qui existe entre son contenu, sa forme et ce qu'il prétend mesurer. Pour évaluer des habiletés comme celle de cerner un problème, celle de produire une hypothèse ou celle de tester une hypothèse, l'item à choix multiples est inadéquat[1]. Par contre, comme nous avons pu le constater dans le dernier chapitre, l'item dit pratique semble tout à fait approprié pour recueillir des données pertinentes quant à l'évaluation des habiletés dites scientifiques. Car, c'est en accomplissant des tâches qui nécessitent la mise en oeuvre des opérations que sous-tendent ces habiletés que l'élève peut manifester à quel point il les maîtrise.

Déjà, dans le premier chapitre, nous avons identifié les principales opérations liées aux habiletés dites scientifiques. Reste donc maintenant, pour élaborer des items d'examen, à préciser les conditions dans lesquelles ces opérations doivent se produire et définir pour chacune des habiletés les critères d'une performance acceptable.

---

[1] Puisque dans un item à choix multiples la tâche en est une essentiellement de discrimination et non de production.

3.1 Evaluer l'habileté à produire une hypothèse

L'habileté à produire une hypothèse fut définie, dans le premier chapitre, comme étant la capacité d'inventer, face à un problème donné, une tentative de solution falsifiable. Pour évaluer cette habileté, il s'agira donc, tout comme P. Tamir et F. Glassman l'ont fait dans leurs examens, de placer l'élève face à certains faits inédits[2] et de lui demander de les expliquer. L'élève devra alors procéder à une synthèse nouvelle de ses connaissances et croyances, c'est-à-dire produire une hypothèse.

Nous pourrions, par exemple, présenter à des élèves de physique le cas d'un mobile dont le taux d'accélération diminue brusquement et leur demander de trouver, en fonction des informations fournies, une explication à ce changement (voir exemple 5, page suivante).

L'élève qui possède de bonnes connaissances en dynamique (notamment du second principe de Newton) sait que l'accélération prise par un mobile sous l'influence d'une force donnée est d'autant plus petite que la masse du mobile est importante. Il sait également que le taux d'accélération

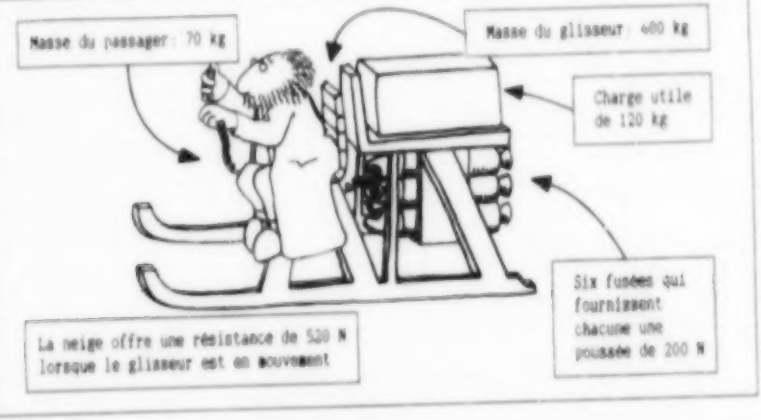
---

[2] Il est essentiel que l'élève soit confronté à un véritable problème, c'est-à-dire à une situation inconnue ou inexpliquée, pour éviter que l'hypothèse produite ne soit en fait qu'une simple remémoration. Notons, cependant, que le problème soulevé doit demeurer à un niveau de difficulté correspondant aux connaissances et aux habiletés des élèves concernés.

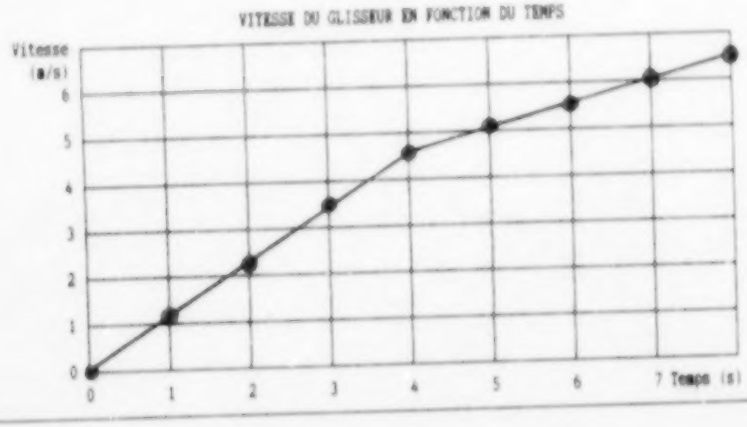
EXEMPLE 5. ITEM CONCU POUR EVALUER L'HABILETE A PRODUIRE UNE HYPOTHESE

SITUATION

On a fait l'essai d'un nouveau glisseur sur neige. Voici les caractéristiques de l'appareil et les conditions de la neige sur laquelle l'essai fut réalisé:



On s'attendait à ce que l'accélération du glisseur soit constante, or comme tu peux le constater sur le graphique ci-dessous, celle-ci ne le fut pas.



EXEMPLE 5: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER L'HABILETÉ À PRODUIRE UNE HYPOTHÈSE (suite)

QUESTION

Comment expliquerais-tu que l'accélération du glisseur ne soit pas demeurée constante durant l'essai?

d'un mobile est directement proportionnelle à la force résultante qui s'exerce sur lui.

Pour expliquer la diminution du taux d'accélération d'un mobile, l'élève peut donc entrevoir deux pistes: l'augmentation de la masse du mobile ou la diminution de la force résultante agissant sur le mobile. Mais, encore faut-il que son explication soit plausible. Or, compte tenu des informations disponibles au sujet de l'essai du glisseur sur neige (l'item que nous proposons en exemple) l'augmentation de la masse du mobile serait difficilement justifiable. Car, à

moins de supposer qu'on ait parachuté une charge supplémentaire sur le glisseur, on pourrait difficilement expliquer pour quelle raison la masse du mobile augmenterait subitement durant son mouvement. La seconde piste, cependant, offre de meilleures perspectives. Car, on peut vraisemblablement imaginer qu'une ou plusieurs fusées de propulsion ont cessées de fonctionner durant l'essai ou que le frottement entre la neige et les patins du glisseur a augmenté. Ce genre de situation provoquerait une diminution de la force résultante agissant sur le mobile et par conséquent une diminution du taux d'accélération.

En fait, l'élève manifestera sa capacité de produire une hypothèse en proposant une solution plausible au problème donné. Et, il démontrera d'autant plus sa maîtrise de cette habileté qu'il fournira une explication précise, c'est-à-dire un énoncé qui, dans le cas de l'item que nous avons présenté, permettra non seulement d'expliquer pourquoi le taux d'accélération du mobile a diminué mais également pour quelle raison il est passé de 1,6 m/s^2 à 0,5 m/s^2.

Si, pour expliquer la diminution du taux d'accélération du glisseur sur neige, un élève propose que deux des six fusées de propulsion ont cessées de fonctionner quatre secondes après le départ ou que la force de frottement entre la neige et les patins du glisseur a subitement augmenté de 400 newtons à la quatrième seconde, celui-ci aura manifesté sa capacité de

produire une hypothèse. Car, de ces deux énoncés, on peut déduire la variation exacte du taux d'accélération calculable à partir des informations expérimentales disponibles (le graphique de la vitesse du mobile en fonction du temps). Il s'agit d'explications précises, vraisemblables et falsifiables.

3.2 Evaluer l'habileté à tester une hypothèse

Dans la perspective du rationalisme critique, tester une hypothèse c'est mettre celle-ci à l'épreuve en confrontant expérimentalement l'une ou l'autre de ces conséquences pour éventuellement y découvrir une inadéquation.

Pour évaluer la capacité d'un élève à tester une hypothèse, nous pourrions donc lui présenter une situation problématique pour laquelle il peut facilement imaginer une solution et lui demander de tester son hypothèse[9].

Par exemple, faisant osciller une sphère de pâte à modeler de deux cents grammes au bout d'un fil mesurant un demi mètre de longueur, nous pourrions demander à l'élève de nous dire de quelle façon il s'y prendrait pour que ce pendule oscille deux

---

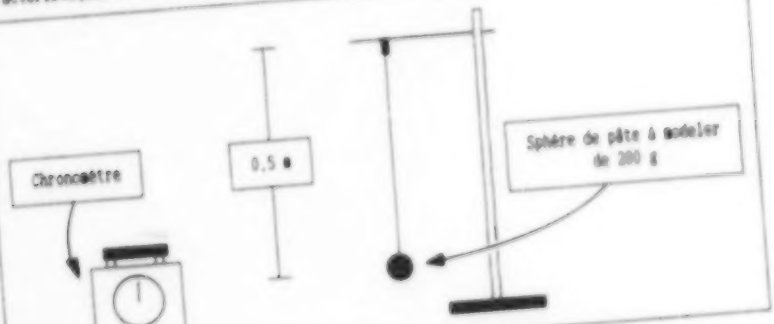
[9] Il nous apparait important que l'élève teste ses propres hypothèses, car il se trouve alors dans une situation qui s'apparente à une véritable recherche. Cependant, à moins que l'on souhaite évaluer la capacité de l'élève à produire une hypothèse, les solutions doivent être relativement simples à produire.

fois plus rapidement, puis d'imaginer et d'exécuter une démarche permettant de tester son hypothèse (voir exemple 6. ci-dessous)

EXEMPLE 9: ITEM CONÇU POUR EVALUER L'HABILETE A TESTER UNE HYPOTHESE

SITUATION

Regarde bien le mouvement du pendule oscillant à l'avant de la classe. Voici les caractéristiques de ce pendule:



QUESTION

Selon toi, que faudrait-il faire pour que ce pendule oscille deux fois plus rapidement?

EXEMPLE 6: ITEM CONCU POUR EVALUER L'HABILETE A TESTER UNE HYPOTHESE (suite)

DEMARCHE POUR TESTER TON HYPOTHESE

Si tu disposais du matériel qui se trouve à l'avant de la classe (pâte à modeler, corde, support et chronomètre), comment t'y prendrais-tu pour tester ton hypothèse?

MONTAGE REALISE

Va chercher le matériel nécessaire pour tester ton hypothèse. Puis dessine, ci-dessous, le montage que tu te proposes de réaliser en indiquant ses principales caractéristiques.

EXEMPLE 6: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER L'HABILETÉ À TESTER UNE HYPOTHÈSE (suite)

INFORMATIONS EXPÉRIMENTALES RECUEILLIES

Inscrit ci-dessous les données expérimentales que tu as recueillies.

QUESTION

Es-tu toujours d'accord avec ton hypothèse? Justifie ta position.

Supposons, qu'un élève croit que la durée d'une oscillation[4] d'un pendule simple est directement proportionnelle à la masse de la sphère suspendue au bout du fil, celui-ci proposera probablement de doubler la masse de la sphère pour que le pendule oscille deux fois plus rapidement. Puis, si cet élève est apte à imaginer un test expérimental, il souhaitera faire osciller une sphère de 400 grammes au bout d'un fil de un demi mètre de longueur afin de mesurer le temps que met un tel pendule à effectuer une oscillation et comparer cette mesure au temps requis par le pendule présenté à l'avant de la classe.

Si, en construisant son pendule, l'élève ne modifie que la masse de la sphère[5] et ne commet aucune erreur majeure dans ses mesures[6] ou ses calculs, il devrait alors constater une inadéquation entre ses attentes et les résultats expérimentaux qu'il recueille. Car, contrairement à ses prévisions, son

---

[4] C'est-à-dire, le temps nécessaire pour que la sphère puisse effectuer un mouvement complet de va et vient.

[5] Autrement dit, si l'élève a pris soin de ne provoquer que des changements au niveau de la variable qui selon lui est susceptible de créer des modifications au niveau de la rapidité de l'oscillation du pendule.

[6] Comme la sphère est placée au bout d'un fil de un demi mètre de longueur, notons qu'un peu plus de une seconde est nécessaire pour une oscillation complète du pendule (1,4 s). Aussi, pour minimiser les erreurs de mesure, l'élève doit-il, par exemple, mesurer le temps requis pour dix oscillations et diviser cette valeur par dix ou encore mesurer le temps nécessaire pour une oscillation, mais en répétant cette mesure plusieurs fois afin d'en calculer la valeur moyenne.

pendule ne mettra pas moins de temps à effectuer une oscillation. Tout comme le pendule présenté à l'avant de la classe, le pendule de 400 grammes prendra un peu plus de une seconde pour effectuer une oscillation.

En fait, si, après avoir imaginé et exécuté une telle démarche, l'élève considère que les résultats expérimentaux recueillis falsifient son hypothèse, celui-ci aura alors fourni certains indices manifestant sa capacité de tester une hypothèse. Nous évaluerons son aptitude à imaginer un test expérimental en nous référant aux indications écrites qu'il fourni à ce sujet. Nous pourrons par la suite juger de sa capacité à exécuter sa démarche et d'analyser en considérant les résultats expérimentaux recueillies et la position adoptée concernant l'hypothèse qu'il souhaite tester.

3.3 Evaluer l'habileté à cerner un problème

Cerner un problème, nous le savons, c'est tout d'abord percevoir une inadéquation entre l'une ou l'autre des attentes que l'on porte[7] et la signification que l'on donne à certains indices recueillis lors d'observations. C'est également clarifier le caractère spécifique du problème que l'on a décelé en délimitant notamment l'inconnue, l'inexpliqué.

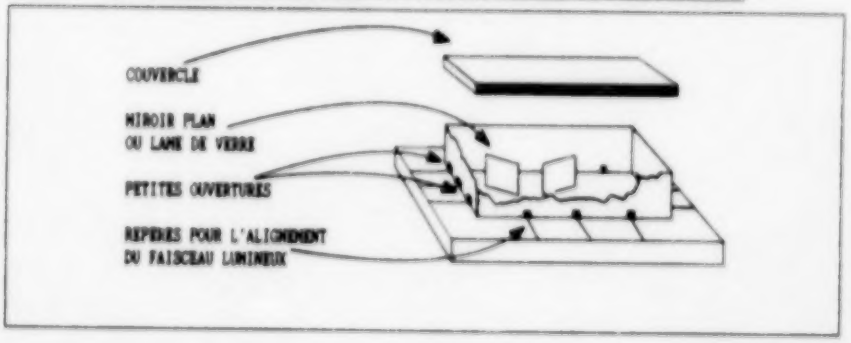
---

[7] Lesquelles découlent des hypothèses et des croyances plus ou moins claires auxquelles nous adhérons de façon plus ou moins consciente.

Pour évaluer cette habileté, nous suggérons de placer l'élève en situation de recherche, c'est-à-dire de lui faire produire et tester des hypothèses. En produisant et surtout en corrigeant ses hypothèses, suite aux informations expérimentales qu'il a recueillies ou qui lui ont été communiquées, l'élève pourra manifester son aptitude à cerner un problème. Car, la modification ou l'abandon d'une hypothèse découle généralement de la prise de conscience d'une inadéquation entre cette hypothèse et l'expérience.

Par exemple, nous pourrions présenter aux élèves d'un cours de physique une boîte possédant de petites ouvertures sur les côtés et leur expliquer que des lames de verre de même que des miroirs plans sont disposés à l'intérieur de sorte qu'en faisant pénétrer un faisceau lumineux par l'une des ouvertures celui-ci ressort par telle(s) ou telle(s) autre(s) ouverture(s) (figure 2).

FIGURE 2: MONTAGE PROPOSÉ POUR TESTER L'HABILETÉ À CERNER UN PROBLÈME: LA BOÎTE AUX MIROIRS



Faisant pénétrer un faisceau lumineux par l'une de ces ouvertures, nous demanderions d'abord à l'élève de noter ce qu'il observe. Les ouvertures par lesquelles le faisceau ressort, l'angle avec lequel pénètre ou sort le faisceau lumineux de même que son intensité sont autant d'informations expérimentales que l'élève peut relever*. Nous demanderions ensuite à l'élève de représenter schématiquement la disposition des miroirs et des lames de verre qui, selon ses connaissances en optique géométrique•, permettrait d'expliquer ce qu'il a observé (voir exemple 7 [première partie], page suivante).

Dans une seconde partie, mettant à la disposition de l'élève des miroirs plans, des lames de verre et une source lumineuse, nous l'inviterions à tester l'arrangement qu'il a proposé pour expliquer les faits observés à partir du montage présenté devant la classe. Puis, dans le cas ou il considérerait que l'information recueillies à l'aide de son montage expérimental remet en cause son hypothèse, nous lui demanderions d'en produire une nouvelle (voir exemple 7 [deuxième partie], pages 52 et 53).

---

* Notons que le montage utilisé pour la démonstration pourrait être réalisé de façon que l'élève puisse s'y référer tout au long de sa recherche.

• A ce sujet, la connaissance de la loi de la réflexion, à savoir qu'un faisceau lumineux est réfléchi à la surface d'un miroir plan selon un angle identique à son angle d'incidence (les angles étant mesurés à partir de la normal à la surface du miroir), serait notamment utile.

EXEMPLE 7. ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME[*]

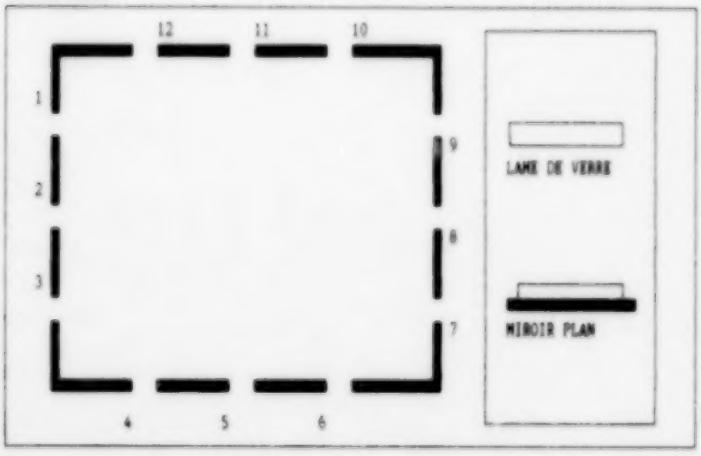
PREMIÈRE PARTIE	COPIE DE L'ÉLÈVE

1. Regarde bien la démonstration faite devant toi et note ci-dessous tes observations.

CE QUE TU AS OBSERVÉ

2. Quel arrangement de miroirs et de lames de verre permettrait d'expliquer, selon toi, ce que tu as observé?

TON HYPOTHÈSE



3. Transcris soigneusement tes observations et ton hypothèse dans les sections du rapport destiné à ton professeur.

---

[*] Les sections que l'élève doit remettre au professeur (rapport) se trouvent à l'appendice D.

EXEMPLE 7: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME (SUITE)

SECONDE PARTIE

1. Si on te fournissait des miroirs plans, des lames de verre, une source lumineuse et des feuilles quadrillées, de quelle façon t'y prendrais-tu pour tester ton hypothèse?

   Explique ta démarche dans la section du rapport (rapport de la seconde partie) prévue à cette fin.

2. Représente dans ton rapport le montage que tu réaliseras pour tester ton hypothèse.

3. Va maintenant chercher le matériel nécessaire à la réalisation de ton montage expérimental et exécutes-toi.

4. Inscrit dans ton rapport les informations expérimentales que tu recueilles à l'aide de ton montage.

5. Considérant l'information expérimentale que tu as recueillie, es-tu toujours d'accord avec ton hypothèse?

   Exprime ta position et justifie-la dans la section du rapport prévue à cette fin.

IMPORTANT

Si tu es toujours d'accord avec ton hypothèse, remet ton rapport au professeur, rapporte le matériel expérimental à l'avant de la classe et passe à la troisième partie.

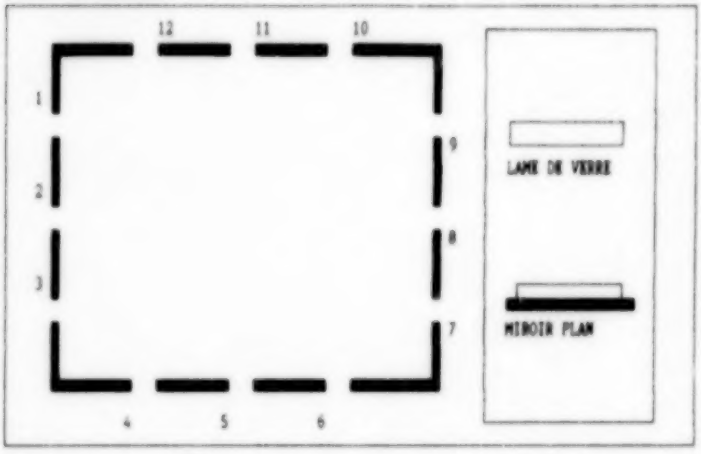
Si tu n'es plus d'accord avec ton hypothèse, poursuit au numéro six.

EXEMPLE 7: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME (SUITE)

SECONDE PARTIE (SUITE)

6. Si tu n'es plus d'accord avec ton hypothèse, produis-en une nouvelle.

TA NOUVELLE HYPOTHÈSE



7. L'expérience appuie-t-elle ta nouvelle hypothèse?

Exprime ta position dans ton rapport.

8. Dessine dans la section du rapport prévue à cette fin le montage que tu as réalisé pour tester ta nouvelle hypothèse.

9. Inscrit dans ton rapport les informations expérimentales que tu as recueillies à l'aide de ce montage.

10. Remet ton rapport (rapport de la seconde partie) à ton professeur, rapporte le matériel expérimental à l'avant de la classe et passe à la troisième partie.

Ensuite, fournissant de nouvelles informations expérimentales concernant la boîte aux miroirs présentée devant la classe, nous demanderions à l'élève de se prononcer sur la plausibilité de l'hypothèse qu'il a produite pour expliquer les faits observés au cours de la première partie (voir exemple 7 [troisième partie]). Puis, finalement, s'il jugeait que ces nouveaux faits invalident son hypothèse, nous l'inviterions à en produire une nouvelle.

EXEMPLE 7: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME (suite)

TROISIÈME PARTIE	COPIE DE L'ÉLÈVE

1. Pour cette partie, tu dois d'abord te rendre à l'avant de la classe pour effectuer des observations sur deux montages.

   Les miroirs et des lames de verre qui se trouvent dans les boîtes identifiées par la lettre B ou C sont disposés de la même manière que dans la boîte dont nous nous sommes servi pour la première démonstration (boîte A).

   Observe bien ces deux montages et note dans la section du rapport prévue à cette fin tes observations.

2. Considérant les nouveaux faits que tu viens d'observer es-tu toujours d'accord avec l'hypothèse que tu as proposée pour expliquer les faits constatés à partir de la boîte A?

   Exprime ta position et justifie-la dans ton rapport.

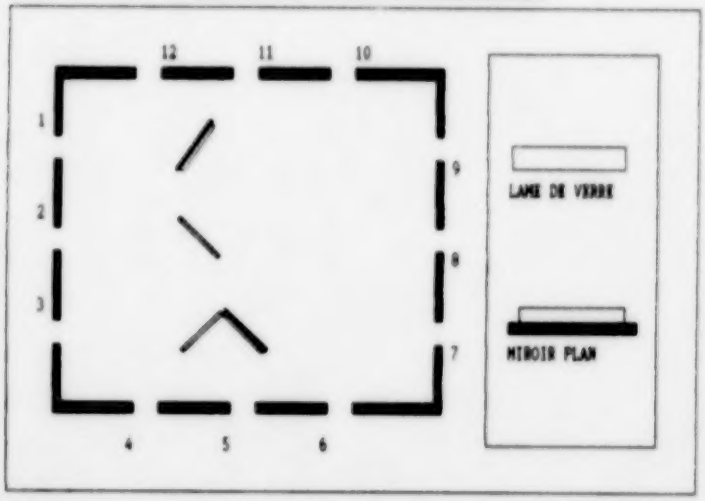
3. Si tu n'es plus d'accord avec ton hypothèse, produis-en une nouvelle et transcris-la dans ton rapport.

4. Remet ton rapport (rapport de la troisième partie) à ton professeur.

Comme on peut le constater, c'est particulièrement au cours de la seconde et de la troisième partie que l'élève est appelé à démontrer sa capacité de cerner un problème. La production de la première hypothèse et les tests expérimentaux que l'élève effectue ne sont, en fait, que des étapes préliminaires en vue de l'évaluation de sa capacité de cerner un problème''.

Imaginons que les miroirs et les lames de verre, contenus dans la boite que nous présentons devant la classe, soient disposés comme le montre le schéma ci-dessous (figure 3).

FIGURE 3: EXEMPLE D'UN ARRANGEMENT DE MIROIRS ET DE LAMES DE VERRE

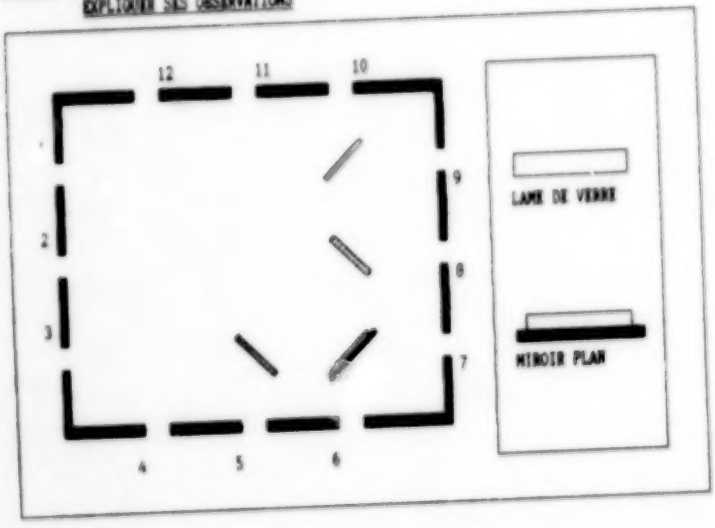


'' Evidemment, ces étapes peuvent servir, si on le souhaite, à évaluer la capacité de produire une hypothèse et celle de tester des hypothèses.

En faisant pénétrer un faisceau lumineux par la troisième ouverture de ce montage, un élève pourrait noter que des faisceaux sortent par les ouvertures deux, cinq et neuf. Soucieux du détail, cet élève pourrait également remarquer qu'en pénétrant et sortant, les faisceaux sont perpendiculaires aux ouvertures et que le faisceau de l'ouverture cinq est le plus intense alors que celui de l'ouverture neuf est le plus faible[1*].

Pour expliquer ses observations, l'élève pourrait proposer l'arrangement présenté ci-dessous (figure 4).

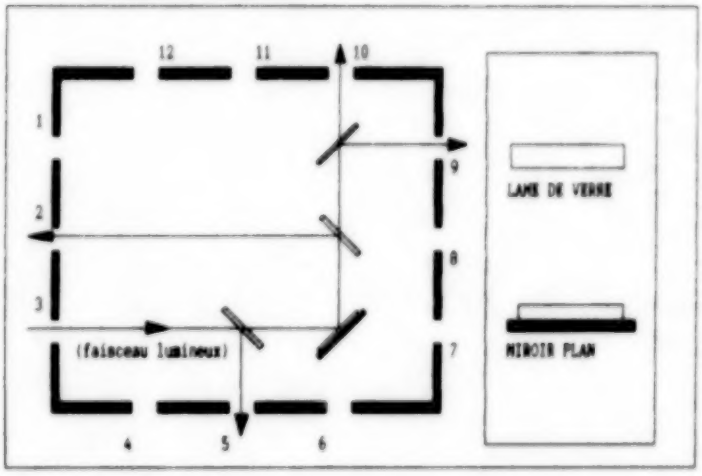
FIGURE 4. EXEMPLE D'UN SCHÉMA POUVANT ÊTRE PROPOSÉ PAR L'ÉLÈVE POUR EXPLIQUER SES OBSERVATIONS



[1*] Le montage devrait, selon nous, être conçu de façon que l'élève puisse s'y référer tout au long de sa recherche.

En examinant bien ce schéma (figure 4, page précédente) et les conséquences qui en découlent, on constate que notre élève a commis une petite erreur en voulant expliquer ses observations. Car, un faisceau lumineux qui pénétrerait par la troisième ouverture de l'arrangement qu'il propose ne ressortirait pas seulement par les ouvertures deux, cinq et neuf mais également par la dixième ouverture (voir figure 5). Or, ce dernier fait ne fut pas relevé par l'élève lorsqu'il observa le montage présenté devant la classe.

FIGURE 5: CONSÉQUENCES DÉCOULANT DU SCHÉMA PROPOSÉ PAR L'ÉLÈVE POUR EXPLIQUER SES OBSERVATIONS



À supposer que notre élève soit apte à tester une hypothèse et capable de cerner un problème, celui-ci pourra prendre conscience de son erreur au cours de la seconde étape.

Car, en imaginant et réalisant un montage expérimental identique à l'arrangement qu'il propose pour expliquer les faits relevés à partir du montage présentée devant la classe (figure 4, page 56), l'élève recueillera des informations expérimentales qui ne concordent pas avec ces observations. Si l'élève ne se limite pas seulement à vérifier les ouvertures deux, cinq et neuf, lorsqu'il fait pénétrer un faisceau lumineux par la troisième ouverture de son montage expérimental[13], celui-ci remarquera, en effet, qu'un faisceau de faible intensité sort par la dixième ouverture[14].

En pareil cas, l'élève manifestera sa capacité de cerner un problème en remettant en cause son hypothèse originale puis en y apportant certaines modifications afin de faire disparaître l'inadéquation rencontrée[15].

Par contre, si l'élève ne modifie aucunement son hypothèse explicative (figure 4) suite au test expérimental et par conséquent la considère comme toujours valide, celui-ci aura

---

[13] Autrement dit, si l'élève ne cherche pas uniquement à justifier son hypothèse en contrôlant les aspects permis: des faisceaux sortent par les ouvertures deux, cinq et neuf, mais également ce que son hypothèse interdit: un faisceau sort par une autre ouverture que la deuxième, la cinquième et la neuvième.

[14] A la condition, bien sûr, que son montage expérimental corresponde bien à l'arrangement proposé comme hypothèse explicative au cours de la première partie.

[15] Le fait qu'un faisceau lumineux sorte par la dixième ouverture.

alors révélé soit son incapacité de cerner un problème ou bien son inaptitude à tester une hypothèse[16].

En fait, la position que l'élève adopte à l'égard de l'hypothèse qu'il a testée expérimentalement permet d'évaluer sa capacité de percevoir une inadéquation, c'est-à-dire un problème. Et, s'il a modifié son hypothèse originale, c'est en comparant la nouvelle version à l'ancienne[17] que nous pourrons évaluer sa capacité d'identifier le ou les éléments problématiques de son explication. Bien plus, nous pourrons considérer apte à cerner un problème, l'élève qui, à la fin de la seconde étape, fournira une hypothèse permettant de résoudre le problème cerné sans en faire surgir d'autres.

En effet, pour empêcher le faisceau lumineux de sortir par la dixième ouverture, l'élève pourrait proposer de placer un miroir plan devant celle-ci. Mais, cet ajout à l'arrangement

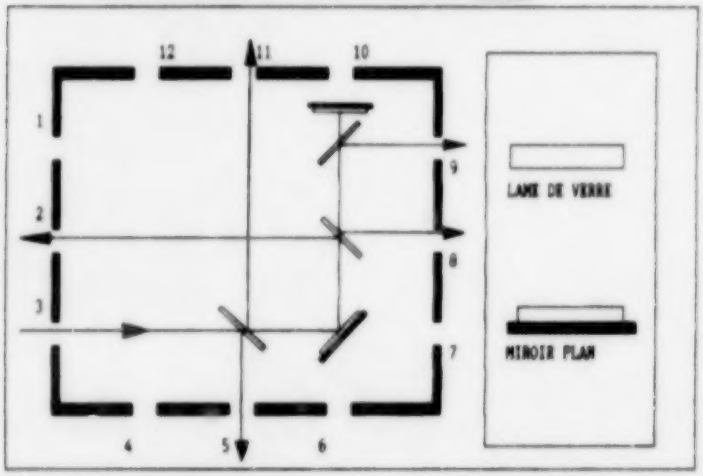
---

[16] Notons que le compte rendu fourni par l'élève au sujet du test expérimental qu'il a effectué (explication de sa démarche, schéma du montage utilisé et informations recueillies) permettra de déterminer à quel niveau celui-ci éprouve des difficultés. En effet, si l'élève ne perçoit pas que son hypothèse est inadéquate, ces renseignements permettrons d'évaluer si sa position est imputable au montage réalisé et aux informations expérimentales recueillies ou due à son incapacité de cerner les inadéquations entre l'expérience et les conséquences de l'hypothèse testée.

[17] Pour apprécier les modifications que l'élève apportent à sa première hypothèse suite au test, il importe que celui-ci ait remis, avant de réaliser son modèle expérimental, le rapport de la première partie lequel fait état de ses observations et de sa première hypothèse.

original créerait de nouveaux problèmes (voir figure 6, ci-dessous). Car, en pénétrant par l'ouverture trois de ce nouvel arrangement, un faisceau lumineux sortirait non seulement par la seconde, la cinquième et la neuvième ouverture, mais aussi par la première, la troisième, la huitième et la onzième. En proposant un tel arrangement, l'élève démontrerait qu'il a su cerner l'erreur commise dans sa première hypothèse, mais qu'il n'a pas perçu les problèmes présent dans la nouvelle[19].

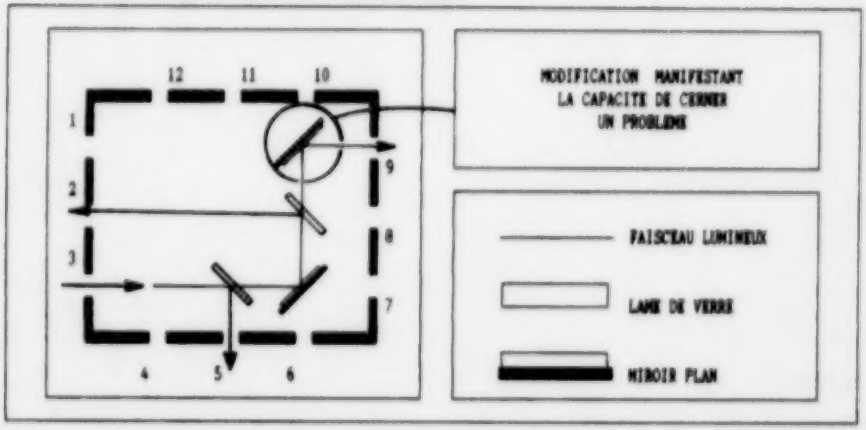
FIGURE 6: CONSÉQUENCES DÉCOULANT D'UNE HYPOTÈSE PRODUITE POUR CORRIGER LE PROBLÈME CERNÉ MAIS QUI INTRODUIT D'AUTRES PROBLÈMES



[19] Une fois de plus, les renseignements fournis par l'élève concernant la démarche utilisée pour tester sa nouvelle hypothèse et les informations expérimentales qu'il a recueillies permettrons de déterminer au niveau de quelle habileté celui-ci éprouve des difficultés: celle de tester une hypothèse ou celle de cerner un problème.

Cependant, si l'élève remplaçait par un miroir plan la lame de verre qui se trouve près de la dixième ouverture, celui-ci manifesterait implicitement sa capacité de cerner un problème. Car, en pénétrant par la troisième ouverture de cet arrangement, le faisceau lumineux ne sortirait, cette fois, que par les ouvertures deux, cinq et neuf (voir figure 7, ci-dessous). L'erreur commise dans l'hypothèse originale se trouvant corrigée et comme la nouvelle explication est adéquate[1*], nous pourrions considérer l'élève apte à cerner un problème, car la production d'une hypothèse plausible présuppose la maîtrise de cette habileté.

FIGURE 7: EXEMPLE D'UNE MODIFICATION PERMETTANT DE CORRIGER L'ERREUR COMMISE DANS L'HYPOTHESE ORIGINALE SANS INTRODUIRE DE NOUVEAU PROBLEMES



[1*] Du moins en fonction de l'information expérimentale disponible.

Dans la troisième partie, se trouvant devant deux montages qui lui permettent d'obtenir plus d'information au sujet de la boîte présentée devant la classe[20], l'élève est une fois de plus appelé à confronter son hypothèse à l'expérience[21]. Dans un des cas (la boîte B), l'élève remarque qu'en pénétrant par l'ouverture deux le faisceau lumineux sort par la troisième et la huitième ouverture alors que l'autre montage (la boîte C) lui permet de constater que le faisceau lumineux sort par l'ouverture neuf lorsqu'il pénètre par la première ouverture.

En possession de ces nouvelles informations, l'élève apte à cerner un problème reconnaîtra, bien sûr, que son hypothèse concernant la boîte présentée devant la classe, est erronée. Cette hypothèse permet d'expliquer pourquoi un faisceau lumineux pénétrant par l'ouverture trois sort par les ouvertures deux, cinq et neuf, mais ne peut expliquer les faits constatés à l'aide des montages fournis dans la troisième partie. L'information recueillie par l'élève, à l'aide des nouveaux montages, ne correspond pas aux conséquences que l'on peut déduire de son hypothèse.

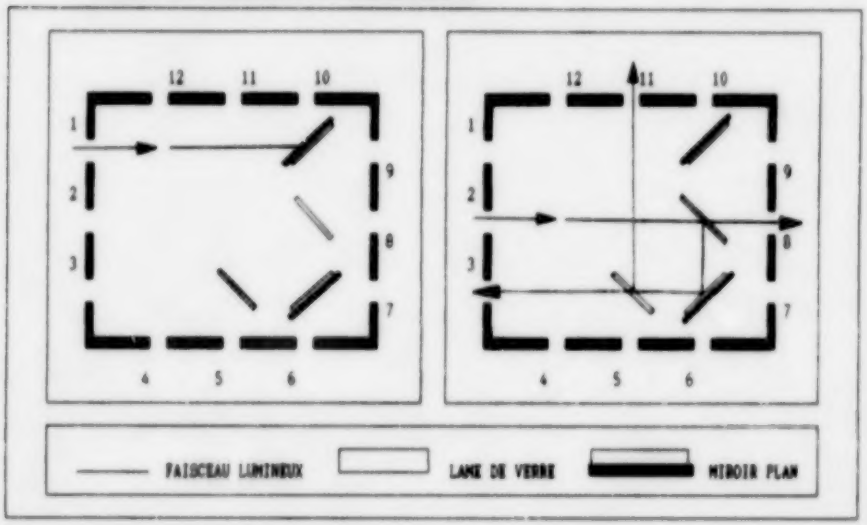
---

[20] Il s'agit de montages impliquant une boîte dans laquelle se trouve le même arrangement de miroirs et de lames de verre que dans celle utilisée pour la démonstration de la première partie.

[21] Les informations fournies par ces montages ne devant être disponibles que pour la troisième partie de la recherche, les boîtes aux miroirs devraient être disposées derrière un écran de façon que les élèves qui n'ont pas complété la seconde partie ne puissent les apercevoir.

En effet, si les miroirs et les lames de verre étaient disposées comme l'élève le propose dans son hypothèse (figure 7, page 61), un faisceau lumineux qui pénétrerait par la seconde ouverture sortirait par la troisième, la huitième et la onzième ouverture, alors que le faisceau qui entrerait par l'ouverture un ne sortirait par aucune ouverture (figure 8).

FIGURE 8: CONSÉQUENCES DÉCOULANT DE L'HYPOTHÈSE PROPOSÉE PAR L'ÉLÈVE SI L'ON FAIT PÉNÉTRER UN FAISCEAU LUMINEUX PAR LA PREMIÈRE OU LA SECONDE OUVERTURE

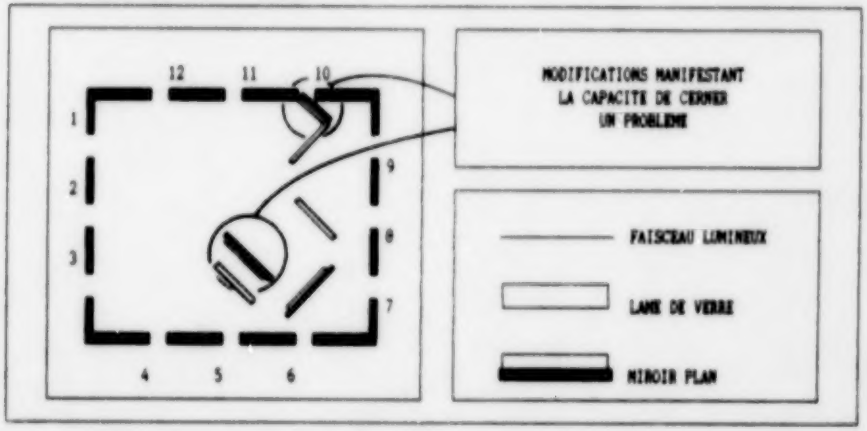


Comme dans la seconde partie, la position que l'élève adopte envers son hypothèse, à la lumière des informations expérimentales recueillies, permet d'évaluer sa capacité de percevoir un problème. La justification qu'il fournit de même

que les corrections qu'il apporte à son hypothèse** permettent, pour leur part, d'évaluer son aptitude à cerner un problème.

Si, l'élève se prononce en désaccord avec son hypothèse et justifie sa position en faisant remarquer que les conséquences qui en découlent ne correspondent pas aux faits expérimentaux relevés à l'aide des derniers montages présentés, celui-ci aura manifesté sa capacité de cerner un problème. Il démontrera également son aptitude à cerner un problème en produisant une hypothèse permettant d'expliquer l'ensemble des faits relevés à l'aide des trois montages présentés (fig. 9).

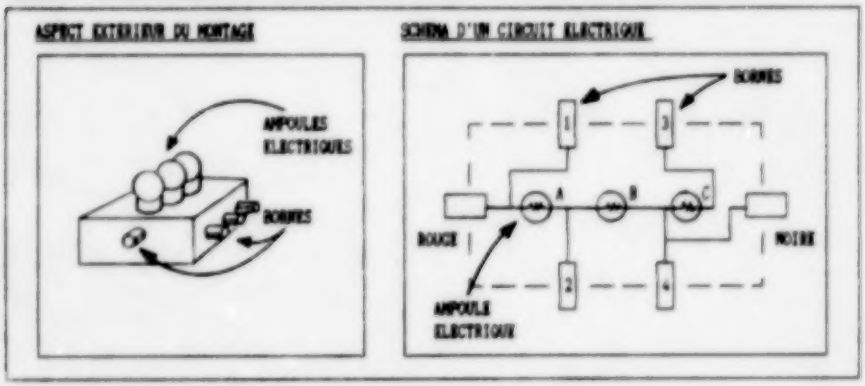
FIGURE 9. EXEMPLE D'UNE MODIFICATION DE L'HYPOTHÈSE ORIGINAL PERMETTANT D'EXPLIQUER L'ENSEMBLE DES OBSERVATIONS DE L'ÉLÈVE



** Ce que l'on peut constater en comparant l'hypothèse produite suite aux deux premières parties avec celle produite dans la troisième partie.

Bien entendu, d'autres situations et d'autres montages que les boites aux miroirs pourraient être imaginer. Nous pourrions fabriquer, par exemple, un circuit électrique constitué de trois petites ampoules incandescentes et de six bornes permettant la mise sous tension d'une ou l'autre des sections du montage. N'apercevant que les ampoules électriques et les bornes de ce circuit (voir figure 10), nous demanderions à l'élève d'expliquer certains faits constatés à partir du montage.

FIGURE 10: MONTAGE PROPOSÉ POUR TESTER L'HABILETÉ À CERNER UN PROBLÈME: LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE



Dans un premier temps, nous pourrions demander à l'élève de produire un schéma permettant d'expliquer ce qui se produit lorsque successivement nous branchons à une source de courant les bornes une et deux, les bornes trois et quatre, puis les bornes de couleur (voir exemple 8, page suivante).

EXEMPLE 9 : ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME (PREMIÈRE PARTIE)[23]

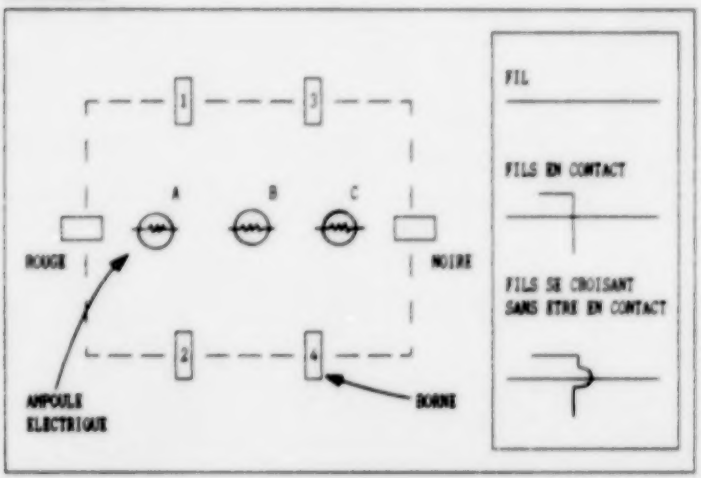
PREMIÈRE PARTIE	COPIE DE L'ÉLÈVE

1. Regarde bien les trois démonstrations faites devant la classe et inscrit ci-dessous tes observations.

CE QUE TU AS OBSERVÉ

2. Quel circuit électrique permettrait d'expliquer ce que tu as observé?

TON HYPOTHÈSE



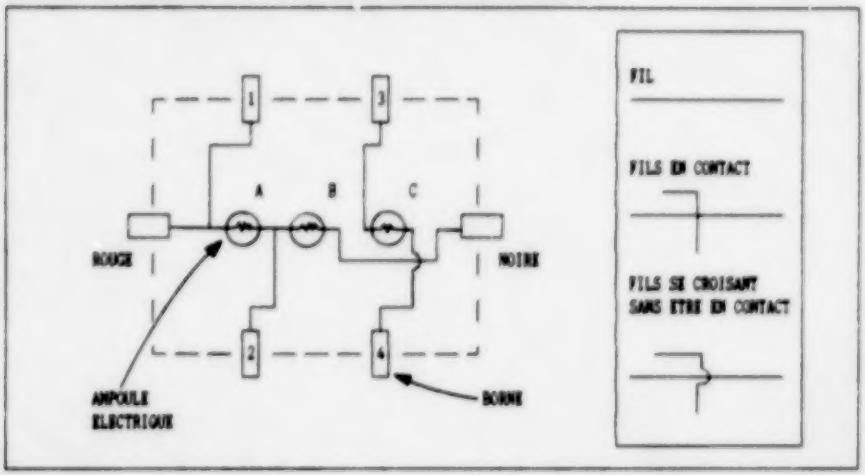
3. Transcris soigneusement tes observations et ton hypothèse dans les sections du rapport destinée à cette fin.

---

[23] Les sections que l'élève doit remettre au professeur (rapport) se trouvent à l'appendice D.

Constatant que l'ampoule A allume si on relie les bornes une et deux à une source de courant, que l'ampoule C allume lorsqu'on met sous tension les bornes trois et quatre, puis que les ampoules A et B allument si on branche la source de courant aux bornes de couleur, l'élève pourrait expliquer ces trois faits par le schéma présenté ci-dessous (figure 11).

FIGURE 11: HYPOTHESE PERMETTANT D'EXPLIQUER LES CONSTATATIONS DE L'ELEVE



Fournissant, à l'élève une petite boite contenant un circuit électrique identique à celui présenté devant la classe et une source de courant nous pourrions, ensuite, lui demander de tester son hypothèse[24] (exemple 8, page suivante).

---

[24] Nous pourrions fournir à l'élève des instruments de mesure comme un ampèremètre et un voltmètre, si l'on souhaitait qu'il élabore et exécute des tests plus précis.

EXEMPLE 8: ITEM CONÇU POUR ÉVALUER LA CAPACITÉ DE CERNER UN PROBLÈME (SECONDE PARTIE)[**]

SECONDE PARTIE

1. Si on te fournissait une petite boîte contenant le même circuit électrique que celui présenté dans la démonstration de la première partie, deux fils électriques et une source de courant, de quelle façon t'y prendrais-tu pour tester ton hypothèse?

   Explique ta démarche dans la section du rapport (rapport de la seconde partie) prévue à cette fin.

2. Inscris dans ton rapport les informations expérimentales que tu recueilles.

3. Considérant l'information expérimentale que tu as recueillie, es-tu toujours d'accord avec l'hypothèse que tu as produite dans la première partie?

   Exprime ta position et justifie-la dans la section du rapport prévue à cette fin.

4. Si tu n'es plus d'accord avec ton hypothèse, produis-en une nouvelle à l'endroit indiqué dans ton rapport.

Comme dans le cas précédent, la position que l'élève adoptera envers son hypothèse, suite aux différents tests effectués, permettra d'évaluer sa capacité de cerner un problème. L'élève qui remettra en cause son hypothèse parce qu'il a constaté que les trois ampoules s'allument lorsqu'on met sous tension la borne de couleur rouge et la borne

---

[**] Les sections que l'élève doit remettre au professeur (rapport) se trouvent à l'appendice D.

trois[26], aura manifesté sa capacité de cerner un problème. Il montrera également son aptitude à cerner un problème en produisant une nouvelle hypothèse permettant d'expliquer à la fois le nouveau fait constaté et ceux déjà relevés dans la première étape ou lors des tests effectués antérieurement[27].

---

[26] Ce fait ne peut être déduit de son hypothèse.

[27] C'est-à-dire une hypothèse exempte d'erreur, compte tenu des informations qu'il a recueillies.

CONCLUSION

L'objectif que nous nous sommes fixé dans cet ouvrage est de contribuer au développement d'items offrant la possibilité d'évaluer des habiletés liées au processus de recherche scientifique en sciences de la nature. Nous avons tenté d'atteindre cet objectif en identifiant les principales opérations qui caractérisent une recherche de ce type, puis le genre d'item requérant l'exécution de ces opérations. Nous croyons en effet que c'est en accomplissant des tâches qui nécessitent la mise en oeuvre de ces opérations que l'élève manifestera véritablement ses aptitudes à cet égard.

Concevant la démarche de recherche scientifique comme un cycle impliquant essentiellement trois habiletés - celles de cerner un problème, de produire une hypothèse et de tester une hypothèse - nous avons dû renoncer à l'usage d'items à choix multiples: le travail de l'élève devant ce genre d'item se résumant bien souvent à une tâche de discrimination, plutôt que de véritable production. L'item dit pratique, tel que proposé par P. Tamir et F. Glassman dans le cadre d'un cours de biologie du B.S.C.S., s'est révélé offrir une piste très intéressante. Nous inspirant des exemples fournis par ses auteurs, nous avons pu concevoir des items offrant à l'élève des classes de physique la possibilité de manifester sa

capacité de cerner un problème, de produire des hypothèses et de les tester. Ces items placent l'élève dans d'authentiques situations de recherche.

En proposant ces items, nous sommes pourtant loin d'avoir épuisé le sujet et, encore moins, d'avoir apporté des solutions définitives au problème de l'évaluation des habiletés dites scientifiques. Bien d'autres façons peuvent être envisagées pour évaluer ces habiletés[1], nous n'en avons exploré qu'une.

Nous sommes également conscients que les items proposés comportent, comme tout instrument de mesure, leurs limites. Avec des items à réponses ouvertes, l'analyse des productions de l'élève est, bien sûr, plus longue et moins objective que dans le cas d'items à choix multiples. Mais, la mesure précise de telles habiletés et la présentation des résultats sous une forme quantitative pertinente représente un défi de taille, si ce n'est une utopie. "Les chercheurs en science humaines ont aujourd'hui une conscience assez claire de leurs limites et, en particulier, de l'impossibilité presque générale d'utiliser des échelles de mesures mathématiquement parfaites."[2] On ne

---

[1] Le Ministère propose notamment l'usage de grilles d'observation pour évaluer l'élève lorsqu'il exécute une recherche en laboratoire.

[2] De Landsheere, Gilbert. Evaluation continue et examens, précis de docimologie. Bruxelles: Editions Labor, 1980, p. 56.

peut évaluer avec toute la rigueur souhaitée des habiletés comme celles qui nous intéressent. Mais néanmoins, à travers des performances particulieres convenablement choisies et par la multiplication des occasions d'observer l'élève au travail on peut être en mesure d'estimer assez bien l'évolution des habiletés en questions chez ce dernier. Nous espérons que cet ouvrage aura su en témoigner.

APPENDICE A

Sources bibliographiques consultées

- The Educational Resorces Information Center (ERIC).
  Resources In Education (RIE).
  CCM information Corporation, U.S.A..

- The Educational Resorces Information Center (ERIC).
  Current Index to Journal in Education.
  CCM information Corporation, U.S.A..

- The H.W. Wilson Company.
  Education Index.
  New-York, U.S.A..

- Association Canadienne d'Education.
  Canadian Education Index.
  Toronto, Canada.

- Centre National de la Recherche Scientifique.
  Bulletin Signalitique (sciences de l'éducation).
  Paris.

APPENDICE B

Répertoires de tests consultés

(Niveau secondaire)

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY
1983 "Report of the ACS Examinations Committee". Journal of Chemical Education. Vol. 60, no 3, pp. 253-255.

BRAMWELL, J. R., R. VIGNA
1979 Evaluation instruments locally developped in Ontario: an annotated catalogue of material developed by school boards and other agencies / John R. Bramwell and Roxy Vigna. Toronto, Ont.

BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF EDUCATION
1978 British Columbia Science Assessment 1978: Summary Report - Victoria. Learning Assessment Branch.

DORAN, R. L.
1978 "Measuring the processes of science objectives". Science Education. Vol. 62, pp. 19-30.

MACDONALD, J. A.
1970 "Some evaluation techniques for process in science teaching". SCAT Bul, no 9, pp. 82-90.

MANITOBA DEPT. OF EDUCATION
1982 Manitoba chemistry assessment program, 1981: final report - Winipeg.

MAYER, V. J.
1974 Unpublished Evaluation Instruments in Science Education: A Handbook. Science Education Information Reports.. Columbus: ERIC Information Analysis Center for Science, Mathematics, and Environmental Education.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE
1959 Test of the Physical Science Study Committee, Serie S. Princeton: Education Testing Service.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE
1965 Test of the Physical Science Study Committee, Serie N. Princeton: Education Testing Service (1966).

WALL, J., L. SUMMERLIN
1973 Standardized Science Tests: A Descriptive Listing. Wasington: National Science Teachers Association.

WALL, J.
1981 Compendium of Standardized Science Tests. Washington: Science Teachers Association.

APPENDICE C

Analyse des guides de laboratoire

L'étude menée par Pinchas Tamir et Vincent N. Lunetta révèle que la plupart des grands programmes américains[1] présentent de sérieuses lacunes en ce qui concerne le développement des habiletés de recherche.

Faisant l'analyse des guides de laboratoire en tenant compte des principales tâches qu'implique une recherche scientifique, ils constatèrent, en effet que la plupart des activités de recherche proposées n'exigent bien souvent que "d'exécuter différentes manipulations ou procédures d'observation et d'interpréter des résultats expérimentaux"[2]. Par exemple, 97.9% des activités proposées dans le cadre du cours du P.S.S.C. appellent l'élève à effectuer des manipulation et dans 93.6% des cas on lui demande de faire l'analyse et l'interprétation des résultats expérimentaux

---

[1] Signalons, parmi ces programmes d'études, le "PSSC Physics" (Haber-Schaim et al., 1971a), le "Project Physics" (Rutherford et al., 1970), le "Chemical Education Materials Study" (O'Connor et al., 1973) et le "Biological Science: An Inquiry Into" de la version jaune du BSCS.

[2] "Students are often asked to perform a variety of manipulative and observational procedures and to interpret the results of their investigations." Pinchas Tamir et Vincent N. Lunetta, "Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks", Science Education, Vol. 65, no 5, 1981, p. 482.

(voir tableau ci-dessous). Cependant dans aucun cas on demande à l'élève de formuler une question ou une hypothèse.

"TASK ANALYSIS COMPARAISON BETWEEN SCIENCE DISCIPLINES: PERCENT OF INVESTIGATIONS"[9]

Task category	PSSC	Proj. phys	CHEMS 0	BSCS Yellow
1.0 PLANNING AND DESIGN				
1.1 Formulates a question, defines a problem	0.0	0.0	0.0	3.0
1.2 Predicts experimental result	14.9	8.2	8.7	
1.3 Formulates hypothesis to be tested	0.0	0.0	0.0	30.0 '
1.4 Designs observations/measurements/procedures	2.1	10.2	8.7	30.0
1.5 Designs experiment	2.1	2.0	8.7	14.0
2.0 PERFORMANCE				
2.2 Manipulates apparatus; develops techniques	97.9	95.9	95.7	99.0
2.3 Records result, describes observations	97.9	95.9	89.1	100.0
2.6 Works according to o design	0.0	4.1	15.2	1.0
3.0 ANALYSIS AND INTERPRETATION				
3.1 (a) Transforms results into standard form	53.2	85.7	56.6	27.0
3.1 (b) Graphs data	34.0	46.9	13.0	
3.2 (a) Determines qualitative relationship	93.6	79.6	71.7	
3.2 (b) Determines quantitative relationship	74.5	65.3	50.0	97.0
3.3 Determines accuracy of experimental data	23.4	36.7	11.4	
3.4 Defines/discusses limitations/assumptions	4.3	16.3	2.2	16.0
3.5 Proses a generalization/model	34.0	26.5	6.5	26.0
3.6 Explains a relationship	53.2	53.1	50.0	33.0
4.0 APPLICATION				
4.1 Predicts on basis of obtained results	23.4	6.1	15.2	26.0 ''
4.2 Applies technique to new problem	23.4	24.5	6.5	

' All hypotheses grouped together.
'' All predictions grouped together.

[9] Ibid., p.481.

Très peu de programmes proposent des activités dans lesquelles on demande à l'étudiant de cerner un problème, de formuler des hypothèses ou encore d'imaginer et de planifier une démarche permettant d'éprouver une hypothèse. Le cours de biologie du B.S.C.S. est un de ces rares exemples (voir tableau page précédente) où 30% des activités proposées appelent l'élève à formuler une hypothèse.

APPENDICE D

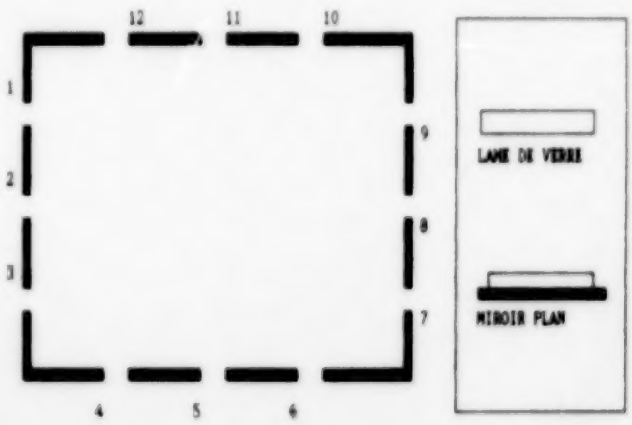
Feuilles réponses conçues pour les items destinés à l'évaluation de l'habileté à cerner un problème

RAPPORT CONÇU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

RAPPORT DE LA PREMIERE PARTIE	SECTION A REMETTRE AU PROFESSEUR

1. CE QUE TU AS OBSERVE

2. TON HYPOTHESE



3. Une fois cette section complétée remets-la à ton professeur. Cette section doit être complétée et remise avant d'entreprendre la seconde partie.

RAPPORT CONÇU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

RAPPORT DE LA SECONDE PARTIE	SECTION A REMETTRE AU PROFESSEUR

1. LA DÉMARCHE QUE TU COMPTES SUIVRE POUR TESTER TON HYPOTHÈSE

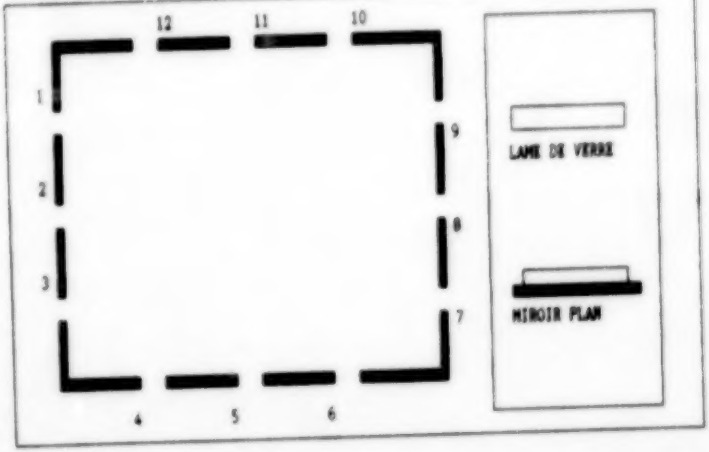
2. LE MONTAGE À CONCEVOIR POUR TESTER TON HYPOTHÈSE

RAPPORT CONCU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

4. L'INFORMATION EXPERIMENTALE QUE TU AS RECUEILLIE

5. TA POSITION PAR RAPPORT A TON HYPOTHESE

6. TA NOUVELLE HYPOTHESE



RAPPORT CONCU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

7. L'EXPERIENCE APPUIE-T-ELLE TA NOUVELLE HYPOTHESE?

8. MONTAGE CONCU POUR TESTER TA NOUVELLE HYPOTHESE

9. L'INFORMATION EXPERIMENTALE QUE TU AS RECUEILLIES

10. Une fois cette section complétée remets-la à ton professeur. Cette section doit être complétée et remise avant d'entreprendre la troisième partie.

RAPPORT CONÇU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

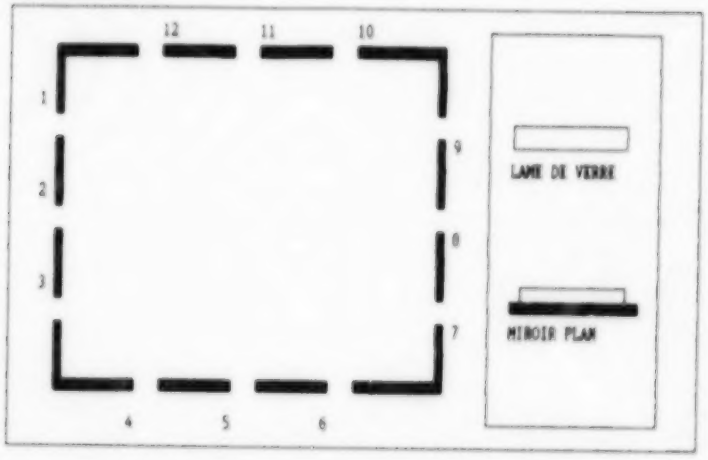
RAPPORT DE LA TROISIEME PARTIE	SECTION A REMETTRE AU PROFESSEUR

1. CE QUE TU AS OBSERVE

2. ES-TU TOUJOURS D'ACCORD AVEC L'HYPOTHESE QUE TU AS PRODUITE DANS LA SECONDE PARTIE DE TA RECHERCHE?

RAPPORT CONÇU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LA BOITE AUX MIROIRS

3. NOUVELLE HYPOTHESE



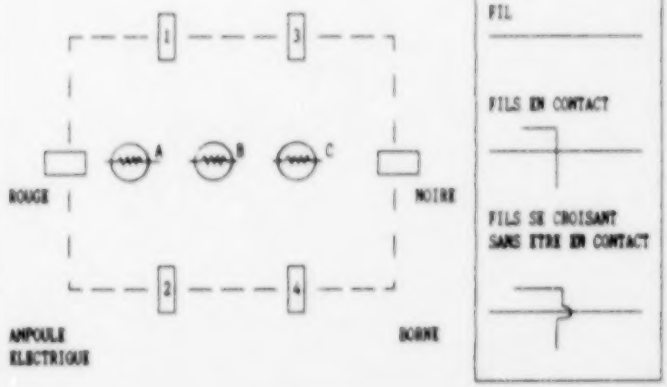
4. Une fois cette section complétée remets-la à ton professeur.

RAPPORT CONCU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LE CIRCUIT ELECTRIQUE

RAPPORT DE LA PREMIERE PARTIE	SECTION A REMETTRE AU PROFESSEUR

1. CE QUE TU AS OBSERVE

2. TON HYPOTHESE



3. Une fois cette section complétée remets-la à ton professeur. Cette section doit être complétée et remise avant d'entreprendre la seconde partie.

RAPPORT CONÇU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE

RAPPORT DE LA SECONDE PARTIE	SECTION A REMETTRE AU PROFESSEUR

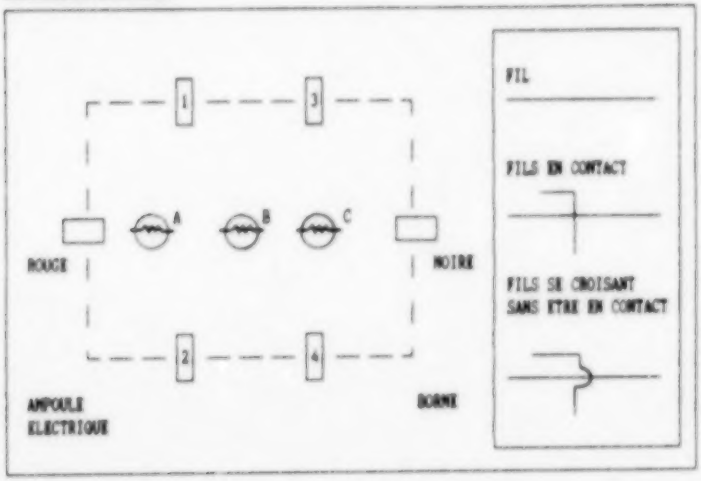
1. LA DÉMARCHE QUE TU COMPTES SUIVRE POUR TESTER TON HYPOTHÈSE

2. CE QUE TU AS OBSERVÉ

3. ES-TU TOUJOURS D'ACCORD AVEC L'HYPOTHÈSE QUE TU AS PRODUITE DANS LA PREMIÈRE PARTIE DE TA RECHERCHE?

RAPPORT CONCU POUR L'ITEM IMPLIQUANT LE CIRCUIT ELECTRIQUE

4. TA NOUVELLE HYPOTHESE



5. Une fois cette section complétée remets-la à ton professeur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B. C. MINISTRY OF EDUCATION
1978 British Columbia Science Assessmen 1978: Summary Report. Victoria: Learning Assessment Branch.

BOUVERESSE, R.
1978 Karl Popper ou le rationalisme critique. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin.

DESAUTELS, J.
1980 Ecole + science = échec. Quebec: Québec science éditeur.

DILLASHAW, F. G., J. R. OKEY
1980 "Test of integrated science process skills for secondary science students". Science Education. Vol. 65, no 5, pp. 601-608.

DORAN, R. L.
1978 "Measuring the processes of science objectives". Science Education. Vol. 62, pp. 19-30.

EDUCATIONAL SERVICES INC.
1960 Guide des travaux pratiques de physique. Ed. Lemeac Enrg. - Ed. Hachette (1962).

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1964 Rapport de la Commission Royale d'enquête sur l'enseignement dans la province de Québec, Troisième partie, les programmes d'études.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1978 Annuaire de l'enseignement secondaire, cahier 01. Québec: ministère de l'Education.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1981 Conseils pratiques pour la construction d'un instrument de mesure. Québec: ministère de l'Education.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1981 Programme d'études secondaire (physique). Québec: ministère de l'Education.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1982 Elements de docimologie (lexique). Québec: ministère de l'Education.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
1986 Document d'orientation, programmes de sciences physiques (2e cycle du secondaire). Québec: ministère de l'Education.

MACDONALD, J. A.
1970 "Somme evaluation techniques for process in science teaching". SCAT Bulletin. Vol. 9, nos 2 et 3, pp. 82-90.

MAYER, V. J.
1974 Unpublished Evaluation Instruments in Science Education: A Handbook. Science Education Information Reports. Colombus: E.R.I.C. Information Analysis Center for Science, Mathematics, and Environemental Education.

NOISET, G., J.-P. CAVERNI
1978 Psychologie de l'évaluation scolaire. Paris: P.U.F..

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE
1959 Test of the Physical Science Study Committee, Series S. Princeton: Education Testing Service.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE
1965 Test of the Physical Science Study Committee, Series N. Princeton: Education Testing Service (1966).

POPPER, K.
1968 La logique de la découverte scientifique. (2e éd. rev.) Paris: Payot (1973).

POPPER, K.
1972 La connaissance objective. Bruxelles: Editions Complexe (1978).

POPPER, K.
1972 Conjectures et réfutations. (4e éd. rev.) Paris: Payot (1985).

ROSS, J. A., F. J. MAYNES
1983 "Development of a tests of experiment problem-solving skills". Journal of Research in Science Teaching. Vol. 20, no 1, pp. 63-75.

SHAW T.
1982 ORES - Objective Referenced Evaluation in Science. Manhattan: Kansas State Univ..

TAMIR, P., V. N. LUNETTA
1972 "Inquiry - Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks". Science Education. Vol. 65, no 5, pp. 477-484.

TANNENBAUM, R. S.
1969 The Developpement of the Test of Science Processes. New York: Columbia Univ..

TANNENBAUM, R. S.
1971 "The Developpement of the Test of Science Processes". Journal of Research in Science Teaching. Vol. 8, no 2, pp. 123-136.

TAMIR, P., F. GLASSMAN
1970 "A Practical Examination for BSCS Students". Journal of Research in Science Teaching. Vol. 7, pp. 107-112.

TOBIN K. G., W. CAPIE
1982 "Development and validation of a group test of integrated science processes". Journal of Research in Science Teaching. Vol. 19, no 2, pp. 133-141.

TOUSIGNANT, R.
1982 Les principes de la mesure et de l'évaluation des apprentissages. St-Jean-sur-Richelieu: Editions Préfontaine Inc.

TREMPE, P.-L.
1983 "Lavoisier, L'enseignement des sciences dans une polyvalente", dans Conseil des Sciences du Canada, L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes, Volume III, Etudes de cas, Ottawa: Conseil des sciences du Canada.

WALL, J., L. SUMMERLIN
1973 Standardized science tests: a descriptive listing, Washington: National Teacher Association.

WELCH, W. W., O. P., MILTON
1968 "The Developpement of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Processes of Science", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 5, pp. 64-68.

WENHAM, E. J.
1976 "Approches nouvelles de l'enseignement de la physique au niveau secondaire", dans Unesco, Tendances nouvelles de l'enseignement de la physique, Paris: Unesco.